www.radio.ru



АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



Уровнемер

Секундомер и часы





Карманный фонарь



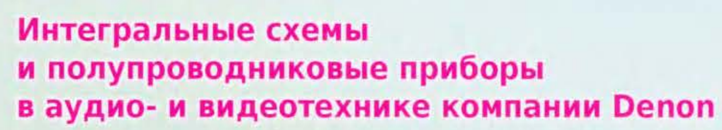
- Активная ДМВ-антенна
- Удлинитель ПДУ
- Триггерная "кнопка"
- Стробоскоп из светодиодной лампы

...и ещё 7 конструкций





Рис. 1



Интегральные схемы и полупроводниковые приборы в аудио- и видеотехнике компании Denon

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог Ростовской обл.

(см. статью на с. 7)







Рис. 3

Интегральные схемы и полупроводниковые приборы в аудио- и видеотехнике компании Denon

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог Ростовской обл.


Рис. 4

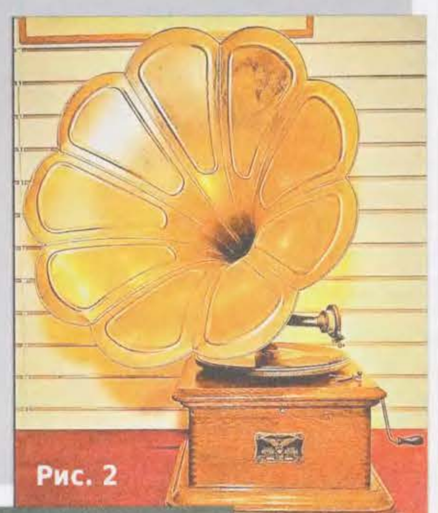

Рис. 2



Рис. 5



Рис. 6


Рис. 7

(см. статью на с. 7)

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке.

- Ёмкостный уровнемер электропроводящих жидкостей с линейной шкалой (см. статью на с. 47).
- Из начинки одноразовых электронных сигарет. Карманный фонарь (см. статью на с. 57).
- Секундомер и часы на основе шагового двигателя (см. статью на с. 60).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

СОЛНЕЧНЫЙ КАТЕР
НОВОГОДНИЕ ИГРУШКИ
ДОРАБОТКА АУДИОСИСТЕМЫ
НАСТЕННЫЕ ЧАСЫ-ТЕРМОМЕТР

Тираж журнала «Радио» № 8 сдан для рассылки подписчикам 04.08.2023 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication 12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:
АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»
Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-82030
Главный редактор В. К. ЧУДНОВ
Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ
Выпускающий редактор: С. Н. ГЛИБИН
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА
Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18.
E-mail: **ref@radio.ru**
Приём статей — e-mail: **mail@radio.ru**
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39
Наши платёжные реквизиты:
получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,
р/сч. 40703810538090108833
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 24.08.2023 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.
Подписной индекс:
Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.
За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.
За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.
Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.
В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала или иным образом.
Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.
По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.
В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 02451-23 .

Вещи обретают интерфейсы

Часть 2

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Мы жаждем новых ощущений, а когда получаем желаемое, то вскоре становимся к ним равнодушными".

Никола Тесла

Мы продолжаем обзор технологий для построения Интернета вещей (IoT), и теперь настал черёд сетевых решений с большим территориальным охватом. Разумеется, провода или не самые эффективные радиоинтерфейсы мешали возникновению нового рынка. Ведь не так давно связь на дальние расстояния подразумевала использование достаточно габаритных устройств с относительно высокой потребляемой мощностью, которые редко питались от батарей.

Со временем достижения в области модуляции разработка и выпуск интегральных схем такой архитектуры, как система на кристалле (SoC — System-on-Chip), значительно увеличили диапазон работы устройств с низким энергопотреблением. Кроме того, применение связи на более низких, субгигагерцовых частотах радиочастотного спектра также позволяет использовать специфику распространения радиосигналов, что может быть дополнительным и существенным преимуществом при реализации сетей дальнего радиуса действия.

Однако при более низких частотах эффективные антенны будут физически больше, чем для радиоустройств, работающих в более высокой области частот. Так, если на частоте 2,4 ГГц обычная четвертьволновая антенна имеет длину 31 мм, то на частоте 915 МГц длина той же антенны будет составлять уже около 82 мм. Тем не менее, для устройств с большой дальностью связи и низким энергопотреблением более крупные и эффективные антенны (если они приемлемы с конструктивной точки зрения) могут выигрышно увеличить срок службы батареи — за счёт уменьшения мощности излучаемого радиосигнала, необходимой для обеспечения требуемого покрытия зоны радиосвязью.

Применение IoT-устройств с большим радиусом покрытия создаёт возможности для организации сервисов связи на основе подписки, что позволяет избежать проблемы полностью неактивных установок в личных сетях с малой зоной покрытия. Компании с развитой инфраструктурой радиосвязи и большой зоной покрытия, такие как операторы сетей сотовой связи, развёртывают сервисы на больших территориях, используя преимущества уже находящихся в их распоряжении сетей. Постепенно эти новые сервисы, не требующие высокой скорости передачи данных, охватывают значительные зоны, распространяясь не только на регионы, но даже на целые страны.

LPWAN

Логично предположить, что беспроводное подключение вещей, распределённых по большой территории, будет также осуществляться посредством сетей с низким энергопотреблением, потому как последнее всё равно где-то нужно брать, и, скорее всего, от гальванических элементов или аккумуляторов. Собственно, зачем нужны LPWAN (Low Power Wide Area Network), если у нас уже есть готовые и обкатанные решения вроде Wi-Fi или LTE?

Допустим, на один жилой дом из 350 квартир придётся 1000 счётчиков-пользователей с копеечным трафиком в многомегабитных каналах связи, но если все счётчики будут подключены к ближайшей базовой станции LTE, то займут все её ресурсы пропускной способности, ведь они подключены постоянно. Поскольку таких домов вокруг базовой станции будет много, такой IoT больше походит на диверсию для мобильной связи. А ещё есть вопросы энергопотребления, потому что аккумулятор в счётчике будет дешевле, чем электрокабель.

В отличие от классических систем мобильной связи, всё огромное семейство сетей LPWAN специально разрабатывалось в расчёте на обслуживание IoT, большинство устройств которого являются простыми сенсорами с низким уровнем генерируемого трафика (10—50 бит в день и преимущественно в сторону базовой станции), с обеспечением низкой стоимости сетевого оборудования и малого энергопотребления (время автономной работы от аккумуляторов — до 10 лет и более). С помощью подобных сетей следят за работой предприятий, контролируют качество воды, добычу нефти, газа, полезных ископаемых. Сети этого типа используют как точки доступа для сбора и передачи информации, собранной датчиками, которые объединены в сетевые кластеры.

Для построения сетей LPWAN разработано немало технологий, в том числе в России, однако в глобальном масштабе их следует разделить на две большие группы по характеру используемых радиочастот: лицензируемых и нелицензируемых. Последние представляют собой: 40 МГц, 169 МГц, 433 МГц, 863...876 МГц, 915...921 МГц, 2,4 ГГц, полосы в диапазоне 5 ГГц, а также полосы CRS (системы когнитивного радио) в диапазоне ТВ-вещания. Часто для описания нелицензированных диапазонов применяется термин ISM (Industrial, Scientific and Medical band) — диапазон частот для промышленной, научной и медицинской аппаратуры.

В лицензируемых диапазонах частот могут работать только обладатели разрешений на работу в конкретных радиочастотных диапазонах, а в остальных — кто угодно. При этом полосы частот в нелицензируемых диапазонах имеют свои ограничения как по ширине, так и по наличию помех от других пользователей.

В РФ к нелицензируемым диапазонам частот (частоты могут быть использованы без оформления разрешения ГКРЧ) при условии соблюдения требований по ширине полосы, излучаемой мощности и назначению готового изделия относят:

— 433,075...434,75 МГц;
— 868...868,2 МГц;
— 868,7...869,2 МГц;
— 2400...2483,5 МГц.

При этом для диапазона 434 МГц мощность передатчика должна быть не более 10 мВт, для 868...868,2 МГц — до 10 мВт, для 868,7...869,2 МГц — до 25 мВт, для 2,4 ГГц — не более 100 мВт.

К наиболее известным технологиям из безлицензионного пула относятся LoRa/LoRaWAN, SigFox, Neil/Weightless, On-Ramp и др., включая отечественную систему "Стриж".

LoRa

Технология LoRa была представлена в начале 2015 г. компанией Semtech и исследовательским центром IBM Research с дальнейшим созданием LoRa Aliance для поддержки технологии и её дальнейшего развития. LoRa опирается на метод модуляции LoRa, запатентованный компанией Semtech, а также открытый сетевой протокол Long Range Wide Area Networks (LoRaWAN). Тут есть свои особенности. В целом, LoRa относится к физическому уровню (PHY), и эта технология принадлежит компании Semtech Corporation. В свою очередь, LoRaWAN относится к подуровню управления доступом к среде (MAC) и развивается консорциумом LoRa Alliance. Спецификация LoRaWAN находится в свободном доступе, а LoRa является проприетарной технологией, и компания Semtech собирает лицензионные отчисления с поставщиков микросхем, которые продают модули LoRa.

Как правило, под LoRa обычно подразумевается тип модуляции, а под LoRaWAN — открытый сетевой протокол LoRa, который не надо напрямую ассоциировать с LPWAN (как уже говорилось ранее, это любая энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия). LoRaWAN используется для передачи небольших по объёму пакетов данных на дальние расстояния. Такая сеть была разработана специально для распределённых сетей телеметрии, межмашинного взаимодействия или так называемо M2M и, собственно, IoT. Сеть LoRa является одной из наиболее перспективных беспроводных технологий, обеспечивающих среду сбора данных с различного оборудования: датчиков, счётчиков и сенсоров.

В зависимости от региональных распределений в такой сети используются радиочастоты субгигагерцового диапазона в не требующих лицензирования спектрах частот в диапазонах VHF (30...300 МГц), UHF (300 МГц...3 ГГц) или 800...930 МГц. Поскольку технология LoRa применяет более низкие радиочастоты, чем стандарты, использующие частоту 2,4 или 5 ГГц, она отличается от них и по радиочастотным характеристикам, при этом сигналы LoRa могут проникать глубоко в здания и в места, не доступные более высокочастотным сигналам.

Модуляция LoRa сильно выделяется на фоне других типов модуляции, представленных в этом обзоре, и является настоящим достижением в области радиочастотных технологий. Большинство стандартов ближнего радиуса действия, как было сказано ранее, использует ту или иную разновидность модуляций FSK, OFDM, FHSS или DSSS с расширением спектра. В LoRa применяется набор методов модуляции, запатентованных компанией Semtech и основанных на технологии расширения спектра (Spread Spectrum Modulation) и вариации линейной частотной модуляции (Chirp Spread Spectrum, CSS). В целом, суть этого подхода заключается в перестройке несущей частоты по линейному закону. Такое решение обеспечивает высокую устойчивость связи на больших расстояниях и позволяет увеличить дальность связи почти в 10 раз по сравнению с обычными системами прямой радиосвязи при тех же характеристиках передатчиков.

Благодаря такой перестройке сигнал становится устойчивым к эффекту Допплера (для мобильных пользователей) и многолучевому замиранию в отражающей радиочастотной среде, а также получает высокий уровень помехоустойчивости. Кроме того, при таком методе расширения спектра низкие скорости (до 300 бит/с) могут избежать влияния источников узкополосных помех, таких как FSK-сигналы, и успешно восстановиться на приёмном конце. Это может дать линии связи LoRa преимущество в 15 дБ по сравнению с узкополосным FSK-сигналом при использовании радиочастотных сигналов одинаковой мощности.

Что касается шумов, то LoRa может прекрасно и без проблем работать ниже уровня окружающего радиочастотного шума и на 20 дБ или даже ещё ниже по отношению к узкополосным источникам помех — из-за усиления, присущего этому виду модуляции с расширенным спектром.

Сеть может иметь различную топологию: ячеистую (mesh), звезда, точка—точка и др. Рабочие частоты: 915 МГц (США), 868 МГц (Европа), 433 МГц (Азия). Полоса рабочих частот — до 500 кГц.

Зона охвата базовой станции (шлюза LoRa) в сети LoRaWAN — до 2,5 км в городе и 20...45 км вне города, скорость передачи данных — 0,3...50 Кбит/с. Продолжительность автономной работы конечного устройства с аккумулятором ёмкостью 2000 мА·ч — почти девять лет.

Радиоинтерфейс физического уровня LoRa определяет все аспекты передачи радиосигналов между различными узлами сети (шлюзами LoRa) и оконечными устройствами (сенсорами и датчиками IoT). Он основан на использовании широкополосных радиосигналов с большой базой, много большей единицы.

Радиоинтерфейс LoRa устанавливает рабочие частоты, виды модуляции, уровни мощности, сигнализацию и обмен сигналами между передающими и приёмными устройствами в сети LoRa.

Сетевая архитектура LoRa включает абонентские устройства IoT, шлюзы LoRa (базовые станции), сетевые серверы, подключённые по транспортной сети к сети Интернет, и серверы приложений. Абонентские устройства IoT сети LoRa являются, как правило, устройствами, включающими, кроме модема, датчики или сенсоры, которые передают данные лишь в короткие промежутки времени по заданному графику.

Центральный сервер сети LoRaWAN адресно управляет устройствами (End-Node), шлюзами сети и соединяет



сеть доступа LoRaWAN с сервером приложений.

Шлюзы LoRa, как правило, представляют собой многоканальные мультимодемные трансиверы, которые способны выполнять демодуляцию сразу нескольких каналов одновременно, и даже одновременную демодуляцию множества сигналов на одном и том же радиоканале. Шлюзы служат для организации передачи данных между устройствами LoRa (End-Node) и центральным сервером, не внося изменений в сами сообщения ("прозрачный мост") и, прежде всего, играя роль концентраторов трафика и его инкапсуляции в транспортный I-трафик.

Связь шлюзов и центрального сервера LoRaWAN обеспечивается транспортной сетью оператора (backhaul) на основе стандартных технологий (Ethernet, Wi-Fi, GPRS) по протоколу TCP/IP. Все устройства LoRa (End-Node), как правило, являются двунаправленными, но они также поддерживают и функционирование в режиме, обеспечивающем групповое обновление ПО или передачу иных массовых сообщений (Broadcast), что позволяет сократить время на их передачу.

Сеть LoRa может быть развёрнута либо как отдельная сетевая архитектура, либо как связанная сеть в тех районах земного шара, где имеются операторы сети общего пользования, которые за плату обеспечивают возможность устройств LoRa подключаться через шлюзы для передачи данных в облако. В настоящее время в мире работают более 60 операторов LoRaWAN, в том числе и в РФ. В РФ утверждён национальный стандарт LoRaWAN Ru.

Symphony Link

LoRaWAN не единственный стандарт LPWAN, который использует физический уровень LoRa.

Компания Link Labs разработала конкурирующее решение LPWAN на основе LoRa, называемое Symphony Link, которое, по заявлениям Link Labs, способно превзойти LoRaWAN посредством "гарантированного получения сообщений, большей абонентской ёмкости, использования ретрансляторов и более простого обновления встроенного ПО".

Учитывая, что за стандартом LoRaWAN стоит консорциум LoRa Alliance, похоже, что решение Symphony Link на рынке обслуживания IoT его не обошло.

"Стриж"

Отечественная разработка для LPWAN — "Стриж" является недорогой и экономичной альтернативой многим другим технологиям. Сети на её базе развёрнуты в РФ и ближнем зарубежье. Это беспроводная система сбора, передачи и обработки данных счётчиков, датчиков и приборов учёта для ЖКХ, электроэнергетики и систем безопасности.

Сеть обеспечивает быстрое развёртывание, большой радиус действия (10...50 км), срок автономной работы до 10 лет, низкие затраты на внедрение. Одна станция опрашивает все устройства без концентраторов и ретрансляторов (экономия на промежуточном оборудовании), обеспечивает низкую стоимость решения (в 3...4 раза ниже, чем у аналогов), высокую надёжность — сеть работает по топологии "звезда" (устройства опрашиваются напрямую базовой станцией без промежуточного оборудования или mesh).

Устройства и модемы "Стриж" передают 8-байтные пакеты данных по беспроводному протоколу XNB (Extended Narrowband) — беспроводной узкополосный LPWAN-протокол, разработанный командой "Стриж" для обмена данными с абонентских устройств на больших распределённых территориях с минимальными затратами энергии. Работает там, где "не ловит" GSM/GPRS. Базовые станции передают данные на сервер. Сервер осуществляет обработку данных, мониторинг и управление устройствами.

Двухсторонняя связь для отправки управляющих команд на устройства. Частота передачи Uplink — 868,8 МГц, частота передачи Downlink — 446 МГц. Альтернативные рабочие частоты — до 1 ГГц (по запросу). Ширина полосы канала передающего устройства — 100 Гц. Технология обработки радиочастотного спектра — программно-определяемая радиосистема. Модуляция сигнала — DBPSK. Мощность передатчика — 25 мВт, что примерно в 80 раз меньше, чем у мобильного телефона, и безопасна для людей и животных.

Подключение к транспортной сети Ethernet WAN или двух Sim-карты GPRS/3G/LTE, VSAT. Скорость передачи — 50/100/1000 бит/с. Образует 5000 доступных каналов для единовременной передачи. Суточная ёмкость базовой станции — 5 млн сообщений с 2 млн абонентских устройств. Шифрование данных алгоритмами AES-128, XTEA-256, ГОСТ Р34.12-2015. Защита от помех FEC, CRC32, псевдослучайная перестройка частоты. Потребление при отправке пакета данных — 35...40 мА в течение 10 с. Удалённое обновление ПО абонентских устройств.

SigFox

Технология SigFox была изобретена и запатентована в 2009 г. одноимённой французской компанией. Первая сеть SigFox (868 МГц) была развёрнута во Франции в 2012 г., а в 2014 г. обеспечено общенациональное покрытие страны. Следующими в плане были США, но разрешённый там диапазон 902 МГц оказался слишком подвержен помехам. Тогда SigFox пошла сначала в Азию и сегодня присутствует более чем в 60 странах мира (но не в РФ). В США Федеральная комиссия по связи (FCC) выделила SigFox диапазон 915 МГц.

Для передачи данных SigFox использует сверхузкую полосу частот (Ultra-Narrow Band — UNB) с двоично-фазовой манипуляцией (BPSK), а для кодирования данных меняет фазу несущей, что позволяет уменьшить уровень шума на принимающей стороне (приёмники при этом дешевле). Радиус действия — 30...50 км (при наличии помех — 3...10 км).

Срок службы устройств без замены батареи (2 шт. AA) — 20 лет. Топология сети — звезда вокруг базовой станции.

Стандартом SigFox определено максимальное число сообщений от базовой станции до конечного устройства — 140 в день объёмом не более 12 байт (без служебной информации). В обратном направлении — четыре сообщения в день объёмом 8 байт.

В SigFox узлы могут использоваться в двух конфигурациях:

— режим P2P — прямая связь между узлами (интерфейс LAN);

— гибридный режим SigFox/P2P (P2P + шлюз в сети SigFox), который позволяет передавать через сеть только определённые сообщения.

Weightless

Семейство "невесомых" технологий Weightless — открытый стандарт для сетей LPWAN повышенной мощности для увеличения сетевой производительности. В специальной группе интересов Weightless SIG (Special Interest Group) предлагается семейство трёх различных протоколов:

Weightless-W — открытый стандарт технологии, предназначенной для работы на частотах ТВ-диапазона 470...790 МГц (TV White Space — TVWS). Там, где это разрешено, конечно. Радиус зоны покрытия — 5 км (подходит для использования в приложениях для нефтяной и газовой отрасли).

Weightless-N предназначен для создания широких зон покрытия при невысоких скоростях передачи данных 500 бит/с. Обеспечивает однонаправленную связь на расстоянии до 10 км. Поддерживает широкий диапазон ISM-частот и низкое энергопотребление. Weightless-N подходит для сенсорных сетей измерений температуры, контроля уровня жидкости в резервуаре и пр.

Похоже, Weightless SIG уже отказалась от стандартов Weightless-N и Weightless-W и теперь продвигает единственный Weightless-P, который порой называют просто Weightless.

Weightless-P — стандарт, предназначенный для узкополосных IoT-решений, требующих высокой плотности устройств, долгосрочной службы автономного источника питания и двунаправленной связи. Особенностями являются высокая масштабируемость, возможность оптимизации линий связи Uplink или Downlink, создания широких зон покрытия, длительный срок службы батареи и безопасная сеть.

Weightless-P использует узкополосные (12,5 кГц) каналы, что даёт возможность передавать в семь раз больше данных, чем SigFox, и в 98 раз больше данных, чем LoRaWAN в городских условиях. Другие технические характеристики выглядят так: мощность передатчика абонентского устройства — 14 дБмВт; использование синхронизированных каналов связи (в стандарте TDMA/FDMA); спектрально-эффективная модуляция OQPSK; использование лю-

бых ISM-полос частот для развёртывания: 169/433/470/780/868/915/923 МГц (ключевая особенность); роуминг; дальность связи до 2 км в городе; адаптивная скорость передачи данных — 0,2...100 Кбит/с; контроль мощности передачи в линиях Uplink и Downlink для уменьшения помех и увеличения пропускной способности сети.

Weightless также является открытым стандартом, направляемым организацией Weightless SIG, который, казалось бы, лучше, чем подобные LoRa, подходит как для разработки инноваций, так и для конкуренции на рынке. Однако, как отмечают специалисты, нехватка доступного аппаратного обеспечения и редкие обновления спецификации не свидетельствуют о каком-либо серьёзном развитии.

IEEE 802.11ah

Учитывая все основные исходные данные для радиоинтерфейса IoT, разработчики порадовали потребителей новым протоколом Wi-Fi специально для IoT/WLAN на базе стандарта IEEE 802.11ah — Wi-Fi HaLow (опубликован в 2017 г.). Впрочем, в данном случае не стоит обольщаться по части специализации для IoT, поскольку одной из целей разработки Wi-Fi HaLow было получение разрешения на использование семейства IEEE 802.11 в субгигагерцовом диапазоне радиочастот. Хотя и для IoT Wi-Fi HaLow, как говорят, отличное решение.

От остальных представителей семейства Wi-Fi IEEE 802.11ah отличается тем, что работает в диапазоне до 1 ГГц, имеет меньшую мощность передатчика и значительно большую дальность, чем в традиционных сетях Wi-Fi (в том числе во многом благодаря низкой рабочей частоте).

Важным аспектом IEEE 802.11ah является поведение базовых станций, сгруппированных для сведения к минимуму коллизий в эфире, использование ретранслятора для увеличения радиуса действия, использование небольшого энергопотребления (конкурирует с Bluetooth) благодаря оптимальным периодам пробуждения/сна и использования секторных антенн. Стандарт использует спецификацию IEEE 802.11a/g с пониженной дискретизацией для обслуживания 26 каналов, каждый из которых способен обеспечить пропускную способность 100 Кбит/с, а все вместе — подключение к тысячам устройств в зоне обслуживания базовой станции.

Стандарт обеспечивает скорость соединения от 150 Кбит/с в дальней зоне (до 1 км) и до 347 Мбит/с в ближней. Скорость передачи данных — до 347 Мбит/с достигается только при максимальном использовании четырёх пространственных потоков, использующих один канал шириной 16 МГц. Стандартом определяются различные схемы модуляции и скорости кодирования.

IEEE 802.11af

Другим стандартом WLAN для частот менее 1 ГГц является IEEE 802.11af, который, в отличие от 802.11ah, работает в лицензированных полосах радиочастот — в телевизионном радиоспектре в диапазонах VHF и UHF между 54 МГц и 790 МГц, используя технологию когнитивного радио (организации гибкого доступа к радиочастотному спектру с правом работы на первичной или вторичной основе).

Ingenu

В отличие от LoRa и Sigfox, которые используют ISM-диапазон 915 МГц, стандарт Ingenu работает в нелицензируемом ISM-диапазоне 2,4 ГГц, где также работают Wi-Fi и Bluetooth. К тому же у диапазона 2,4 ГГц гораздо большая полоса, чем, к примеру, у диапазона 915 МГц.

Ядром стандарта Ingenu для сетей LPWAN является технология RPMA (множественный доступ со случайной фазой — Random Phase Multiple Access), которая представляет собой физический уровень PHY и подуровень управления доступом к среде MAC, разработанные компанией Ingenu специально для удовлетворения требований к сетям LPWAN: глобально доступный диапазон (2,4 ГГц), широкое покрытие (одна точка доступа RPMA может покрыть до 455 км^2), огромная производительность (одна точка доступа RPMA способна принять 535117 сообщений в час), продолжительная работа от батареи (10...20 лет) и устойчивость к радиопомехам.

Стандарт RPMA не только поддерживает множество сетевых узлов (до 384000 узлов на сектор), но и также предъявляет более высокие требования к пропускной способности, чем Lora или Sigfox.

Стандарт RPMA также подразумевает двунаправленный поток данных, подтверждение доставки, изменяемые размеры пакета, отзывчивость сети, возможность аутентификации и широковещательной передачи.

Помимо разработки стандарта LPWAN, компания Ingenu управляет Machine Network — общедоступной сетью стандарта RPMA, которая покрывает более 259000 км^2 в более чем 30 городах США, а также покрывает более 30 стран.

Не так давно Ingenu анонсировала переориентацию своей корпоративной стратегии на предоставление услуг RPMA в рамках модели PaaS (Platform as a Service — платформа как услуга).

Развёртывание RPMA началось в 2011 г., так что они уже имеют установленную базу на нескольких континентах для промышленных, сельскохозяйственных целей и для устройств безопасности, которая включает в себя до 40 частных сетей в Северной и Южной Америке, азиатском и тихоокеанском регионах.

Однако история интерфейсов для IoT на этом не заканчивается, и потому продолжение следует.

Интегральные схемы и полупроводниковые приборы в аудио- и видеотехнике компании Denon

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог Ростовской обл.

У многих пользователей и потенциальных покупателей аудио- и видеотехники распространено оценочное представление относительно достоинств и недостатков аппаратуры, произведённой в различных странах. В частности, считается, что техника российского и китайского производства менее надёжна и хуже по качеству, чем аналогичная по классу аппаратура японского, европейского и американского производства. В этой связи следует отметить, что в последние десятилетия большая часть электронной "начинки" изделий потребительской электроники сосредоточена в интегральных схемах (ИС, микросхемах, чипах), разработкой и производством которых занимаются многие десятки различных компаний в разных странах и на разных континентах. А сами компании могут располагать разрабатывающими и производственными подразделениями в разных странах.

Непросто разобраться и с происхождением самих микросхем только по их обозначениям на корпусах, даже если обозначения являются полными наименованиями, а тем более, если обозначения на корпусах сокращённые, условные или отсутствуют вовсе. Кроме того, далеко не всегда разработчики микросхем являются их производителями,

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

нередко компании, владеющие первичными правами на интеллектуальную собственность на схемотехнические и технологические решения, выдают лицензии на производство ИС другим компаниям. Сами компании-разработчики могут иметь или не иметь собственного производства микросхем. Первые обычно называют производителями интегрированных приборов (IDM — Integrated Device Manufacturer), вторые являются компаниями без производства (Fabless-компании). Как первые, так и вторые могут заказывать разработанные микросхемы у сторонних производителей, например у контрактных (Foundry). В таких случаях, вообще, невозможно определить настоящего производителя, так как на корпусах заказных микросхем наносятся обозначения заказчиков. Крупные Foundry-компании могут иметь в своём составе и разрабатывающие подразделения (дизайн-центры), обеспечивающие сторонние заказы.

Попробуем немного разобраться в затронутых выше вопросах на примере звуковой и универсальной аппаратуры компании Denon, а также рассмотрим особенности устройства и схемотехнических решений некоторых моделей аппаратуры этой компании.

Denon — одна из немногих компаний мирового уровня, выпускающая звуковую технику как бюджетного класса, так и аппаратуру классов Hi-End/Hi-Fi. Множество продуктов под торговой маркой Denon самых разных лет выпуска продолжают пользоваться популярностью у любителей высококачественного звучания и представлены на различных ресурсах Интернета.

Denon — один из старейших мировых производителей звукового оборудования и бытовой аудиотехники. На протяжении своей многолетней деятельности компания не раз меняла владельцев и входила в различные компании и объединения. В настоящее время Denon входит в американскую компанию Sound United LLC, представляющую такие известные торговые марки, как Bowers & Wilkins, Denon, Marantz, Polk, Definitive Technology, Furman, Speaker Craft и др.

История Denon началась 113 лет назад, когда выходец из США предприниматель Фредерик Уитни Хорн ***(рис. 1 на 2-й с. обложки)*** совместно с японскими партнёрами основал в 1910 г. в Иокогаме компанию Nippon Denki Onkyo Kabushikigaisha, как часть уже существовавшей компании Nippon Chikuonki Shokai, которую также возглавлял Хорн. В то время материнская компания Хорна выпускала односторонние грампластинки под различными лейблами (Symphony, Globe, Royal и др.). Новая компания начала производство аппаратуры для записи голоса и музыки, ставшее одним из основных направлений её деятельности.

В том же 1910 г. Хорн основал и другую компанию для производства граммофонов под названием Nipponophone Phonograph Company Ltd. (впоследствии Nippon Columbia Co. Ltd.). На ***рис. 2 на с. 1*** показан первый граммофон компании под маркой Nipponophone.

В связи с рядом реорганизаций, разделений и объединений бизнеса материнская компания, основанная Хорном, неоднократно изменяла своё название, наиболее известное из которых Nippon Columbia Co. Ltd., также занимавшаяся производством грампластинок. В 1939 г. инженерное подразделение материнской компании было преобразовано в отдельную компанию под названием Japan Electric Records Mfg., занявшуюся разработкой и производством записывающего оборудования для вещательных радиостанций, в том числе под торговой маркой Denon, которая является сокращением от первого названия компании Denki (электрический) и Onkyo (звук).

После окончания Второй мировой войны ассортимент продуктов под торговой маркой Denon стал существенно расширяться, кроме собственно аппаратуры началось производство аксессуаров и компонентов для аудиотехники, магнитофонных лент и компакт-кассет, видеокассет, звукоснимателей для проигрывателей грампластинок и многих других продуктов. Начиная с 60-х годов компания Nippon Columbia Co. Ltd. выпускает под торговой маркой Denon широкую номенклатуру транзисторных усилителей и AV-ресиверов. В 1983 г. компания построила завод по выпуску аудиоаппаратуры под названием Shirakawa Audio Works в префектуре Фукусима, вблизи города Сиракава. На ***рис. 3 на 2-й с. обложки*** показаны современные интерьеры завода уже в составе американской компании Sound United, на котором работают более 200 инженеров-энтузиастов высококачественного аудио со всей Японии.

До 1991 г. аппаратура Denon в СССР была большой редкостью, но с 1992 г. в Россию начался массовый импорт различной зарубежной электроники, появились салоны по продаже Hi-Fi-аудиотехники, в которых была и продукция под торговой маркой Denon, выпускаемая компанией Nippon Columbia Co. Ltd. (NCC).

Аппаратуру для многоканального воспроизведения звука NCC начала производить в середине 90-х годов, в то время такие системы были аналоговыми (Dolby Prologic и др.), а источниками программ были в основном Hi-Fi-видеомагнитофоны. Качество звучания класса Hi-Fi в многоканальных системах стало возможным только в цифровых системах объёмного звука Dolby Digital и DTS. В 2000-х годах в ассортименте продуктов Denon всё чаще стали появляться компоненты для систем домашнего кинотеатра классов Hi-End/Hi-Fi. В 2000 г. аудиоподразделение NCC было выделено в отдельную компанию Denon Ltd., впоследствии вошедшую в группу компаний D & M Holding (Denon и Marantz).

В 2007 г. компания начала выпуск флагманской линейки аппаратов класса Hi-End в составе универсального аудио/видео проигрывателя Denon DVD-A1UDCI, предусилителя Denon AVP-A1HDCI и усилителя мощности Denon POA-A1HDCI. Внешний вид аппаратов показан на ***рис. 4 на с. 1***. Линейка ориентирована на поддержку концепции "воспроизведения контента с безупречной точностью в соответствии с первоначальным замыслом производителя". Впервые Denon реализовала эту концепцию в 1995 г. выпуском предусилителя AVP-8000 и усилителей мощности POA-8300/8200, обеспечивающими воспроизведение объёмного звука систем Dolby Digital + THX5.1. Все аппараты рассматриваемой линейки отличаются немалой ценой (120...400 тыс. рублей в рекламных предложениях 2023 г.).

Проигрыватель Denon DVD-A1UDCI, кроме Blue-Ray и звуковых дисков высокого разрешения SACD и DVD-Audio, обеспечивает воспроизведение практически всех других видов оптических дисков. Аппарат оснащён декодерами сигналов систем объёмного звучания Dolby Digital, DTS, NEO:6, Dolby Pro LogicIIx и других в конфигурациях 7.1, 6.1, 5.1. Разработанный компанией интерфейс DENON LINK впервые в мире (по данным Denon) обеспечивает возможность передачи цифровых звуковых сигналов высокого разрешения без джиттера через соединение HDMI. Проигрыватель оснащён балансными аналоговыми выходами левого и правого фронтальных каналов через разъёмы XLR (используются в профессиональной аудиотехнике), цифровыми оптическими и коаксиальными выходами, аналоговыми выходами всех каналов объёмного звучания, цифровыми (HDMI) и аналоговыми видеовыходами (S-Video, компонентными), разъёмами RS-232C, Ethernet (сетевые разъёмы LAN) и слотом для SD-карт. Вид задней панели аппарата показан на ***рис. 5 на с. 1***.

Как и положено для высококачественной аппаратуры, проигрыватель отличается великолепными техническими характеристиками, в частности, общий уровень гармонических искажений (THD) не превышает 0,0008 %, динамический диапазон — не менее 110 дБ, отношение сигнал/шум — не менее 125 дБ. Аппарат имеет немалые габариты (434×410×151 мм) и массу (18,9 кг). Большая масса проигрывателя обусловлена применением массивных элементов конструкции, сетевого трансформатора повышенной мощности, массивного привода дисков, оксидных конденсаторов большой ёмкости и других массивных узлов.

Рассматриваемый проигрыватель отличается чрезвычайно сложной схемотехникой, включающей более десятка специализированных больших интегральных схем (БИС). Приведём назначения и особенности некоторых БИС и функционально важных микросхем, установленных на различных платах аппарата, а также их реальных разработчиков и производителей.

CXD2753R — декодер сигналов прямого цифрового потока DSD/SACD японской компании Sony, представляющей собой крупный конгломерат различных дочерних компаний, предприятий, научно-технических центров и других организаций. Разработкой и производством ИС занимаются несколько отдельных компаний и предприятий в Японии, Израиле, Германии и в других странах, входящих в IDM-корпорацию

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

полупроводниковых решений Sony Semiconductor Solution Corporation (штаб-квартира в г. Ацуги, префектура Канагава). На ***рис. 6 на с. 1*** показан один из заводов корпорации в префектуре Кумамото. В январе 2022 г. Sony объявила о начале реализации проекта по созданию совместного японо-тайваньского предприятия с компанией TSMC в префектуре Кумамото. Первый завод совместного предприятия по выпуску логических ИС на 300-мм пластине предполагается ввести в строй в 2024 г.

XC3S500E — ПЛИС с архитектурой FPGA семейства SPARTAN-3E компании XILINX. FPGA (Field-Programmed Gate Arrays) — программируемые пользователями вентильные матрицы широко используются для обработки сигналов в качестве цифровых сигнальных процессоров (DSP — Digital Signal Processor). ИС семейства SPARTAN-3E, выполненные по технологическим нормам 90 нм, ориентированы на применение в самых различных устройствах потребительской электроники, включая цифровые телевизоры, проигрыватели, дисплеи и проекторы. Fabless-компания XILINX (г. Сан-Хосе, штат Калифорния, США), основанная в 1984 г., с 2022 г. является дочерней компанией AMD. XILINX располагает подразделениями в США, Ирландии, КНР, Сингапуре, Австралии, Индии, Японии и Гонконге. Заказы на производство своих ИС XILINX размещает на свободных мощностях других производителей микросхем, в том числе и на TSMC. Для оказания помощи Fabless-компаниям с 1994 г. при участии XILINX функционирует ассоциация без фабричных полупроводниковых компаний FSA (Fabless Semiconductor Association), насчитывающая в настоящее время более 500 членов. В задачи FSA входит и помощь Fabless-компаниям в поиске производителей микросхем, как следствие, это практически не позволяет потребителям ИС и аппаратуры определить заводы их изготовителей.

R8A34019BG — многофункциональная БИС фирмы Renesas Electronics, включающая декодеры сигналов Dolby Digital, DTS и другие цифровые устройства. Контактное поле БИС в корпусе BGA содержит 33 × 33 линий шариковых выводов. Создание компании Renesas Electronics (Токио, Япония) началось в 2002 г. с объединения компаний NEC Electronics Corporation и Renesas Technology Corporation (завершение сделки состоялось в 2010 г.). Сама Renesas Technology являлась совместным предприятием компаний Mitsubishi Electric и Hitachi. В результате ИС Renesas Electronics производятся на различных предприятиях всех четырёх компаний, что можно проследить по наименованиям микросхем, HA..., HD... — Hitachi, M... — Mitsubishi Electric, R... — Renesas Technology, µPC, µPD... — NEC. Впоследствии в состав Renesas Electronics вошли и другие компании, например американская Maxim Integrated. Корпорация располагает рядом полупроводниковых фабрик в Японии, КНР и других странах. На ***рис. 7 на с. 1*** показан интерьер фабрики Naka Plant в префектуре Ибараки.

EP3C40U484C8N — ПЛИС (FPGA) селектор цифровых данных в форматах DSD, I2S, S/PDIF фирмы Altera (Сан-Хосе, Калифорния, США). До приобретения в 2015 г. компанией Intel, Altera Corporation, основанная в 1983 г., являлась одним из ведущих разработчиков и производителей ПЛИС (FPGA) и заказных БИС (ASIC) с подразделениями в США и более чем в десятке других стран. Заказы на производство микросхем Altera размещала на мощностях различных производителей, например Intel, Texas Instruments, TSMC и др. Компания также приобретала доли у других производителей ИС, например, выкупила часть производства на заводе Fab II у компании Cypress Semiconductor в г. Раунд-Рок (штат Техас, США). Особое внимание Altera обращала на японский рынок, куда она поставляла FPGA и ASIC для телекоммуникационной, аудио- и видеотехники.

ADSP21367 — ИС серии, позиционируемой как высокопроизводительные 32-разрядные процессоры с плавающей точкой семейства SHARC® фирмы Analog Devices. В то же время микросхемы семейства компания называет однокристальными микрокомпьютерами, выполненными по так называемой "супергарвардской" архитектуре (SHARC — Super Harvard Architecture Single-Chip Computer). ИС серии ADSP21367 ориентированы на применение в автомобильной и стационарной аудиотехнике, они обеспечивают декодирование и постобработку звуковых сигналов практически всех существующих цифровых и аналоговых систем объёмного звучания. Полупроводниковая компания Analog Devices Inc. (г. Уилмингтон, штат Массачусетс, США), основанная в 1965 г., располагает собственными производственными мощностями в США и Ирландии. На **рис. 8** показан завод компании близ г. Портленда, штат Орегон. R5F364 — микрокомпьютер группы M16C/64 на основе 16-разрядных процессорных ядер серии M16C.60 с флеш-памятью фирмы Renesas Electronics. В микросхемы интегрированы ОЗУ, ПЗУ, АЦП, ЦАП, различные генераторы и таймеры, для связи с внешними устройствами используются последовательные цифровые интерфейсы UART, I^{2}C.

SiI9134CTU — HDMI-трансиверы Fabless-компании Silicon Image Inc., компания специализируется на разработке и поставке ИС цифровых интерфейсов (DVE, HDMI, MHL, WirelessHD) и некоторых других цифровых микросхем для видео- и аудиоприложений, а также устройств передачи данных. Инженерные подразделения компании расположены в США, Японии, Индии, КНР, Южной Корее и Таиланде, в 2015 г. Silicon Image была приобретена компанией Lattice Semiconductor (г. Хилсборо, штат Орегон, США, в Хилсборо рабо-



Рис. 8

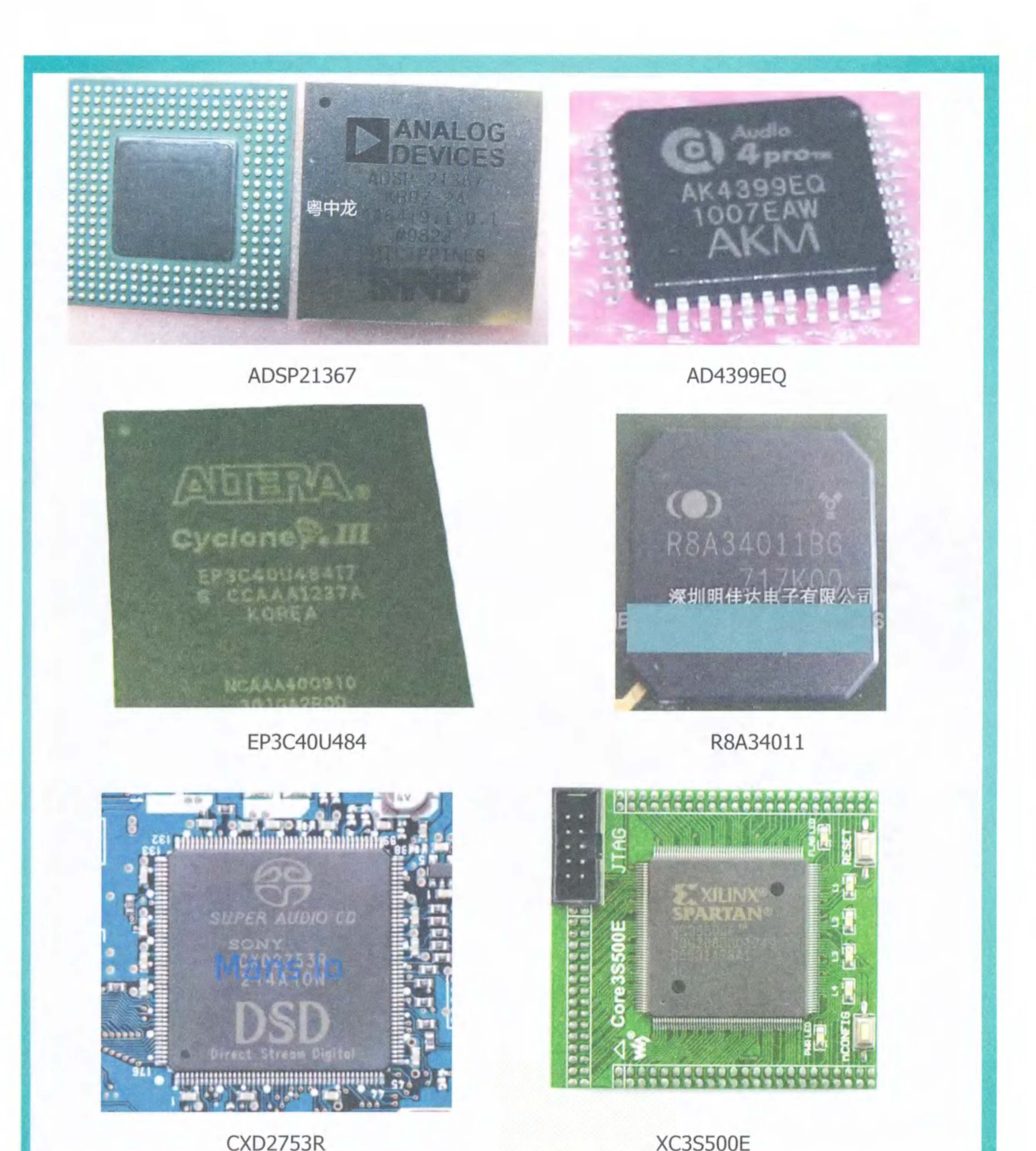


Рис. 9

тают многие технологические компании, в том числе Intel).

ADV7340 — в эту микросхему интегрированы шесть 12-разрядных видео-ЦАП высокого разрешения с шумоподавителем Nois Shaped компании Analog Devices. Nois Shaped® (NSV) обеспечивается путём специальной цифровой обработки спектра видеосигналов. Микросхема может работать с цифровыми сигналами высокого разрешения 1080i, 720p, 1035i, а также стандартного разрешения.

Аналоговый тракт проигрывателя состоит из двухканальной части и шестиканальной секции. Приведённые выше технические характеристики аппарата в немалой степени определяются параметрами применённых ЦАП AK4399EQ компании Asahi Kasei (AKM). Микросхемы позиционируются как высокопроизводительные 32-разрядные ЦАП премиум класса. Микросхема ориентирована на применение в проигрывателях DVD-Audio и SACD с очень высоким качеством звука, в её состав входят специально разработанный 32-разрядный цифровой фильтр, сигма-дельта модулятор и цифровой аттенюатор (255 уровней с шагом 0,5 дБ). ЦАП обеспечивает динамический диапазон и отношение сигнал/шум не менее 123 дБ, THD — не более 105 дБ (соответствует 0,0008 %).

Asahi Kasei Microdevice Corporation (Токио, Япония) — один из ведущих производителей аналого-цифровых микросхем для аудиотехники. Компания входит в одну из крупнейших япон-

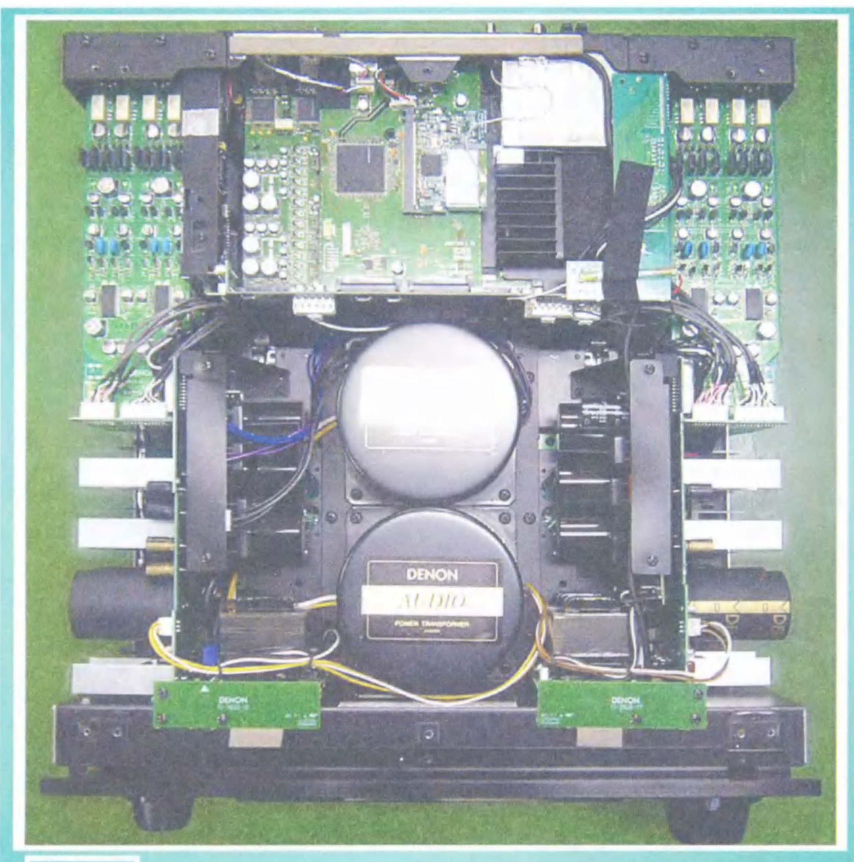


Рис. 10

ских многопрофильных корпораций Asahi Kasei Corporation, располагающую десятками предприятий по всему миру с общей численностью персонала в несколько десятков тысяч. Сама АКМ, кроме Японии, имеет подразделения в США, Германии, Южной Корее, КНР, Швеции и в других странах. В октябре 2020 г. на заводе АКМ по выпуску ИС для аудио в г. Нобеока (префектура Миядзаки, Япония) произошёл пожар, надолго прервавший производство и поставки продукции.

Внешний вид некоторых из рассмотренных микросхем показан на **рис. 9**.

На плате аналогового тракта DVD-проигрывателя реализован источник питания, включающий мостовой выпрямитель с конденсаторами фильтра большой ёмкости (3300 мкФ × 50 В) и трёхступенчатый (!) стабилизатор напряжения, что обеспечивает практически полное отсутствие пульсаций на выходе последнего стабилизатора. Симметричные выходы фронтальных каналов XLR (см. рис. 5) при соединении компонентов аудиосистем соответствующими кабелями позволяют значительно снизить влияние сетевого фона и внешних помех на качество звука, особенно это проявляется при большой длине кабельных соединений.

Предварительный AV-усилитель Denon AVP-A1HDCI компания позиционирует как эталонный центр управления высокого разрешения с расширенными возможностями подключения и потоковой передачей аудио по сети Wi-Fi. В аппарате полностью разделены блоки аудио и видео, применены блоки питания с отдельными трансформаторами, в источниках питания используются конденсаторы фильтра с ёмкостью 10000 мкФ, на **рис. 10** показано внутреннее устройство аппарата. Для обеспечения максимальной производительности в аналоговых трактах звука используются узлы на дискретных компонентах (модули DDSC-HD). Видеотракт аппарата обеспечивает разрешение до 1080p. Звуковая часть центра ориентирована на использование передовых технологий объёмного звучания Dolby TrueHD, DTS Master Audio, THX Ultra2 с применением 32-разрядных цифровых сигнальных процессоров с плавающей точкой.

Центр обеспечивает поддержку потокового аудио и фото по беспроводной сети и приём интернет-радио в соответствии со спецификациями DLNA (Digital Living Network Alliance). Аппарат предоставляет широкие возможности подключения к различным сетевым музыкальным сервисам, приёма УКВ/СВ радиостанций и реализацию целого ряда других функциональных и аппаратных возможностей. Предусилитель имеет внушительную массу (26,8 кг) и большие габариты (438×434×214 мм). Аппарат оснащён большим числом различных соединителей — RCA, XLR, S-VIDEO, HDMI, Ethernet (LAN), USB и др. Внешний вид задней панели предусилителя показан на **рис. 11**. Аппарат может быть использован для озвучивания одной, двух и трёх зон (помещений), что требует сложной коммутации каналов объёмного звука. Кроме основных семи выходов, предусмотрены три выхода для сабвуферов и два дополнительных выхода для тыловых каналов (всего 12 выходных разъёмов XLR и 16 разъёмов RCA).

Схемотехника AV-предусилителя отличается большой сложностью (63 листа схем) и применением множества микросхем средней и большой степени интеграции различных IDM, Fabless- и Foundry-компаний. Из продуктов Renesas Electronics применены 32-разрядные (M3087, группа M32C/83) и M30627 (группа M16C/62P) микрокомпьютеры (микроконтроллеры). В цифровом



Рис. 11

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

аудиотракте применены несколько DSP Analog Devices (ADSP21366, ADSP21367), а в видеотракте — шестиканальные NSV ЦАП (ADV7320). Для обработки цифровых сигналов в аппарате используются несколько ПЛИС FPGA Altera (EP2C35F, EPM570F256), цифровых интерфейсов HDMI Silicon Image (Si19185). В связи с большим числом каналов в аналоговых аудио- и видеотрактах используется ряд многоканальных КМОП-коммутаторов и электронных регуляторов уровня (громкости, тембра).

NJW1194V — двухканальный электронный регулятор громкости с входным коммутатором и регуляторами тембра компании New Japan Radio Co. (NJR Corporation). Микросхема содержит два четырёхвходовых регулятора, громкость в обоих каналах регулируется от 95 дБ до +31 дБ с шагом 0,5 дБ, тембра по НЧ и ВЧ — 0 ± 10 дБ с шагом 1 дБ. Микросхема характеризуется малыми шумами (117 дБВ) и искажениями (THD — не более 0,0015 %).

Компания NJRC входит в большую японскую корпорацию Japan Radio Corporation (JRC), отметившую в 2015 г. свой 100-летний юбилей. JRC производит радиотехническое и электронное оборудование для самых различных отраслей промышленности и связи, в том числе продукты для радиолюбителей, в качестве примера на **рис. 12** показан радиолюбительский КВ-приёмник NRD-535. Сама NJRC была учреждена в 1961 г. как совместное предприятие с военно-промышленной корпорацией Raytheon (США), это обстоятельство вполне объясняет отсутствие сколь-нибудь полной информации о деятельности NJRC.

Производителем многих ИС NJR считают материнскую компанию JRC, её названием часто маркируются и сами микросхемы, в спецификациях (Data Sheet) используются оба названия. Также стоит отметить, что наименования многих микросхем компании начинаются с NJM, NJU, NJW (производные от NJR Corporation).





Рис. 12

NJW1321FP1 — широкополосный коммутатор видеосигналов с управлением по шине I^{2}C. Микросхема содержит три группы четырёхвходовых коммутаторов для сигналов яркости и цветоразностных сигналов, три видеоусилителя с $K_у$ = 6 дБ и узел управления коммутацией и усилением.

PCM1804 — 24-разрядный стереоАЦП с большим динамическим диапазоном (112 дБ) и малыми искажениями (THD — не более 102 дБ) компании Burr-Brown (с 2000 г. в составе Texas Instruments).

PCM1796DBR — высококачественный 24-разрядный стереоЦАП с очень малым уровнем гармонических искажений (THD — не более 0,0005 %) компании Burr-Brown.

Основанная в 1956 г. в г. Тусоне (штат Аризона, США) компания Burr-Brown (по именам основателей Тома Брауна и Пейджа Берра) к моменту своей продажи в 2000 г. компании Texas Instruments за 6,7 млрд. долларов являлась одним из ведущих производителей прецизионных аналоговых микросхем и преобразователей данных. Компания располагала производственными мощностями в Тусоне, Ливингстоне (Шотландия) и Ацуги (префектура Канагава, Япония). Узнаваемость продуктов Burr-Brow остаётся неизменной и после её вхождения в Texas Instruments, в ряде спецификаций соответствующие ИС обозначаются как продукты Burr-Brown products from Texas Instruments. В каталоге TI 2023 г. представлены десятки микросхем, разработанные Burr-Brown, а также их улучшенные модификации, в том числе и рассматриваемый ЦАП PCM1796 (спецификация 2006 г.).

Корпорация Texas Instruments располагает целым рядом полупроводниковых фабрик в США и в других странах: Miho (префектура Ибараки), Aizzu (префектура Фукусима), DMOS5, DMOS6, DFB (все в г. Далласе, штат Техас, США), FFAB (Фрайзинг, Германия), CFAB (г. Чэнду, КНР), HFAB (г. Остин, штат Техас).

Компания продолжает наращивать производство, строит и приобретает новые производственные мощности. Например, в 2021 г. была приобретена фабрика LFAB1 в г. Лехи (Lehi, штат Юта), на которой в 2022 г. началось производство 300-мм пластин. Ведётся строительство четырёх фабрик 300-мм пластин в г. Шерман (штат Техас). На **рис. 13** показана панорама новой фабрики RFAB2 в городе Ричардсоне (штат Техас, запущена в 2022 г.), соединённой с RFAB1 (2009 г.), производящая 300-мм пластины для аналоговых и аналого-цифровых микросхем.



Рис. 13

TC9274F — ИС входит в группу коммутаторов аналоговых сигналов TC73..., TC74... компании Toshiba. Микросхемы группы содержат набор КМОП-ключей в различных конфигурациях и узлы управления ключами. Ключи на основе КМОП-транзисторов могут коммутировать сигналы различной формы в обоих направлениях (со входа на выход, и наоборот). ИС TC9274F содержит 18 ключей, что позволяет реализовывать самые различные комбинации прохождения звуковых сигналов в рассматриваемом AV-предусилителе. Ключи обеспечивают прохождение аналоговых сигналов с уровнем до 34 В в полосе частот от 0 до 1 МГц, сопротивление открытых ключей не превышает 100 Ом.

(Окончание следует)

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ШЕПТУХИН (R5GF), г. Липецк

РОССИЯ

ИВАНОВСКАЯ ОБЛ. С 10 июля 2023 г. радиостанцию "Радио ИСКАТЕЛЬ" можно услышать в Кинешме на частоте 100,8 МГц (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__86536/** (23.07.23)).

КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. 15 июня в г. Зеленоградске стартовало вещание "Радио Дача", частота вещания — 94,5 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/10934.htm** (23.07.23)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. С 23 июня "Радио JAZZ" начало вещание в г. Горячий Ключ на частоте 89,9 МГц (источник — URL: **https://tele-satinfo.ru/index.php?id=17157** (23.07.23)).

Радиостанция ROCK FM с 11 июля 2023 г. начала вещание в Анапе на частоте 93,3 МГц (источник — URL: **https://nsn.fm/regions-of-russia/radio-rock-fm-s-11-iulya-nachalo-veschanie-v-anape** (23.07.23)).

МОСКОВСКАЯ ОБЛ. 27 июня 2023 г. на частоте 102,4 МГц в Серпухове произошла замена "Радио Romantika" на "Радио 7 на семи холмах" (источник — URL: **https://www.oka.fm/new/read/social/FMediaHolding-zapustil-veshanie-novoj-radiostantcii/** (23.07.23)).

Подмосковное "Радио 1", вещающее на частоте 91,4 МГц в Шатуре (передатчик мощностью 1 кВт, установленный в населённом пункте Горяновская), совместно с принадлежащей ВГТРК радиостанцией Вести FM сменит сетевого партнёра, им станет "Наше радио". Вещание "Нашего радио" будет осуществляться 144 ч 20 мин в неделю, остальное время будет отведено под программы "Радио 1". Трансляция "Радио 1" на шатурской частоте 91 МГц по-прежнему осуществляется в круглосуточном режиме с передатчика мощностью 100 Вт, также расположенного на объекте вещания в Горяновской (источник — URL: **https://vk.com/tvradiomsk?w=wall-194965312_7425** (23.07.23)).

10 июля 2023 г. в Коломне началось вещание Relax FM на частоте 100,4 МГц (источник — URL: **https://www.gpmradio.ru/news-page/uid/31626** (23.07.23)).

НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛ. Губернатор Андрей Травников и председатель Законодательного собрания Новосибирской области Андрей Шимкив оценили мощности одного из крупнейших в России центров спутниковой связи — филиала РТРС "Сибирский региональный центр" в Ордынском районе и обсудили перспективы дальнейшего сотрудничества с директором филиала Александром Отцецким. Географическое положение позволяет Центру спутниковой связи "Азимут-Н" использовать в работе земных станций большинство космических аппаратов отечественной спутниковой группировки. Специалисты центра контролируют работу всех цифровых телевизионных станций от Калининграда до Камчатки, доступность высокоскоростного Интернета и телефонии. В планах — зона охвата областной радиостанцией "Радио 54" до конца года должна превысить 89 % территории Новосибирской области (источник — URL: **https://tele-satinfo.ru/index.php?id=17215** (23.07.23)).

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ и **ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ.** "Радио Радонеж" — единственный представитель местного средневолнового вещания в Санкт-Петербурге. Передатчик работает ежедневно с 16.00 до 21.00, частота вещания — 684 кГц. Мощность передатчика — 10 кВт (источник — URL: **https://vk.com/public158109176?w=wall-158109176_3127** (23.07.23)).

21 июня 2023 г. "Радио Мария" после длительного перерыва вновь вышло в эфир на частоте 1053 кГц. Эфир продлился до полуночи. Радиостанция переживает временные финансовые трудности и ищет возможность вернуться в эфир на постоянной основе (источник — URL: **https://vk.com/public158109176?w=wall-158109176_3147** (23.07.23)).

ТАТАРСТАН. В Буинске передатчик радиостанции "Кунел"/"Буа FM" (частота вещания — 102,3 МГц) переносят на мачту РТРС. Благодаря переносу территория уверенного приёма увеличится в разы. Ранее передающая антенна находилась в центре города на мачте "Таттелеком" (источник — URL: **https://vk.com/tatarstan_radiotv?w=wall-14553046_53630** (23.07.23)).

ТЮМЕНСКАЯ ОБЛ. В Тюмени на Radio Record впервые прозвучал радиоэфир, сгенерированный нейросетью. Нейроутро на частоте 88,8 МГц вышло в эфир 30 июня 2023 г. (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__86325/** (23.07.23)).

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. 19 июня 2023 г. на частоте 101,1 МГц началось вещание "Радио Дача" в селе Октябрьское (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/10946.htm** (23.07.23)).

ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АО. В Надыме на частоте 107,5 МГц стартовало вещание Love Radio (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/11022.htm** (23.07.23)).

ИНТЕРНЕТ-РАДИО

Московский книжный клуб-магазин "Гиперион" запустил вещание собственного интернет-радио "Радио Гиперион", посвящённое авторской песне. Эфир составлен из концертов, которые проходили на сцене "Гипериона" в разные годы. В трансляции звучат только песни, сменяясь в режиме случайного выбора (источник — URL: **https://hyperionbook.ru/news/6654** (23.07.23)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

АВСТРАЛИЯ/НОРФОЛКСКИЕ ОСТРОВА. ACMA (регулирующий орган коммуникации и медиауслуг в Австралии) принял решение продлить срок действия лицензии на общественное вещание Регионального совета острова Норфолк (NIRC) ещё на два года, до 16 июня 2025 г. ACMA рассматривает заявку NIRC на утверждение передачи существующей лицензии компании Norfolk Island Radio Ltd. NIRC предоставляет услуги общественного радиовещания Norfolk Island Radio VL2NI с июня 2021 г. До этой даты услуги вещания на острове Норфолк регулировались Законом о вещании острова Норфолк 2001 г. (источник — URL: **https://www.acma.gov.au/articles/2023-06/acma-extends-norfolk-island-regional-councils-community-broadcasting-licence** (23.07.23)).

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Encompass TV сообщает, что ретрансляционная станция BBC, которую Encompass использует в Kranji (пригород Сингапура), после многих десятилетий прекратит работу с 16 июля 2023 г. Это приведёт к сокращению передач BBC на английском языке в направлении Южной Азии. Некоторые передачи, транслировавшиеся из Kranji, будут перенесены на другие коротковолновые передающие центры (источник — URL: **https://swling.ru/2023/07/13/bi-bi-si-zakryvaet-peredajushhij-centr-v-singapure/** (23.07.23)).

КИПР. Бывшая ретрансляционная станция BBC на Кипре на частоте 639 кГц транслирует программу на арабском языке радио "Аль-Арабия FM" с 18:00 до 22:00.

ЛИТВА. Литва приняла решение продлить трансляции радиопрограмм на Украину на 2024 г. на средних волнах. Решение об этом утвердило на своём заседании правительство балтийской республики. Из Литвы ретранслируются украинское государственное радио и программы других заказчиков. Под эти цели запрошено у Министерства финансов более 170 тыс. евро (источник — URL: **https://tele-satinfo.ru/index.php?id=17151** (23.07.23)).

"Радио Спутник" отреагировало на планы Литвы заглушить вещание. Литовская комиссия по радио и телевидению решила объявить конкурс, чтобы выбрать радиостанцию, которая будет вещать в западной части Литвы на частоте "Радио Спутник", заглушая его. Как пояснили в Совете по регулированию связи Литвы, в середине июня выяснилось, что трансляцию "Радио Спутник" из Калининградской области можно услышать в Клайпедском крае. По мнению технического директора "Радио Спутник" Эльдара Грибанова, эти меры будут малоэффективны (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__86441/** (23.07.23)).

СЕРБИЯ. С 1 июля 2023 г. при поддержке фонда "Русский мир" продолжилась трансляция информационно-музыкально-познавательных радиопередач на русском языке "Окно в Россию" на "Радио Воеводины", являющемся базовым медиа национальных этнических меньшинств Сербии. Трансляция радиопередач проходит на Национальном канале этнических меньшинств Сербии (частота вещания — 100 МГц) и "Радио Воеводины" (частота вещания — 107,7 МГц) по понедельникам в 19.00; на Q-Радио (частота вещания — 89,2 МГц) — по воскресеньям в 09:00 часов, с повтором в понедельник; посредством интернет-радио "Гуманитарное радио Крагуеваца" — в круглосуточном режиме ежедневно, а также на других локальных радиостанциях Сербии (источник — URL: **https://tele-satinfo.ru/index.php?id=17207** (23.07.23)).

США. 25 июня 2023 г. в Калифорнии после 38 лет радиовещания Международная радиостанция KVOH The Voice of Hope ("Голос Надежды") отключила вещание на частоте 9975 кГц в 22:30 по местному времени (источник — URL: **https://swling.ru/2023/07/06/zamolchala-radiostancija-kvoh-voice-of-hope/** (23.07.23)).

ЧЕХИЯ. Country Radio начало вещание на средних волнах в Ческе-Будеёвицах. AM-радио в диапазоне средних волн в Ческе-Будеёвицах и некоторых частях южной Чехии пополнилось ещё одной программой. Частная музыкальная радиостанция Country Radio начала вещание в AM. Это единственная радиостанция, которая в настоящее время вещает на средних волнах с передатчика в южной Чехии. Country Radio начало вещание с мачты компании České Radiokomunikace (ČRA) на частоте 954 кГц, которая недавно использовалась в Ческе-Будеёвицах для испытаний цифрового вещания на средних волнах по системе DRM. Country Radio, которое имеет стабильную высокую аудиторию на AM, также вещает на средних волнах 1062 кГц с передатчика Прага-Збраслав. Эта трансляция будет прекращена осенью 2023 г. в связи со строительством нового дата-центра. В этот же период будет запущено вещание Country Radio с передатчика в Либлице, поэтому покрытие будет сохранено. Для вещания в Либлице будет использоваться существующая антенная система, состоящая из двух мачт высотой 355 м, что является самым высоким сооружением в Чешской Республике. В прошлом радиостанция в Либлице использовалась Чешским радио для трансляции своей программы "Двойка". ČRA прекратила вещание в диапазоне средних волн и сосредоточилась на расширении цифрового радиовещания в системе DAB+, которая уже охватывает 95 % населения Чешской Республики и является первой и пока единственной сетью DAB+ с таким покрытием в Чешской Республике (источник — URL: **https://www.parabola.cz/clanky/7529/country-radio-zacalo-vysilat-na-am-v-ceskych-budejovicich/** (23.07.23)).

Хорошего приёма и 73!

Радиоприёмники семейства "Океан" и Selena

Часть 4

Главная плата (УВЧ и УПЧ)

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

Восстановление приёмников "Океан"/Selena продолжается простыми доработками главной платы приёмника, на которой размещены УВЧ, смеситель и УПЧ. Благодаря хорошему качеству приёмников выпуска до 1984 г. эти доработки простые. После 1984 г. ("Океан-214") в конструкцию и схему введены различные упрощения, что требует большего объёма работ. Проведены наиболее часто повторяемые доработки, дающие существенное улучшение качества приёма. Более глубокие доработки в рамках восстановления нецелесообразны.

1. Введение

За годы проведения проекта "Океан"/Selena я провёл глубокую доработку различных радиочастотных трактов на заводских печатных платах. Результатом было существенное улучшение радиоприёма, но остались не решаемые и заметные в эксплуатации моменты с заводской печатной платой. В результате, за исключением нескольких резисторов, все остальные компоненты пришлось поменять и все катушки индуктивности перемотать. Любопытный радиолюбитель может по моим следам "перекопать" главную печатную плату целиком. На сайте журнала выложены все подробные описания. Позже были "с нуля" разработаны новые схемы радиотракта и новые печатные платы для приёмника "Океан-209" в транзисторном исполнении и для приёмника "Океан-214" на микросхемах. В их последних версиях 2023 г. они исчерпают весь изначально заложенный потенциал концепции приёмника "Океан", но это уже другая история.

В рамках восстановления предлагается провести некоторые избранные относительно простые доработки заводской платы, которые не требуют особо продвинутых приборов и материалов, но существенно улучшающие приём. Нужно отдавать себе отчёт в том, что такие доработки не могут обеспечить качества при AM-приёме с большими антеннами.

Для проведения работ используем питание от приёмника или качественного линейного сетевого БП (6,3...9,6 В), потребуются мультиметр, простые генераторы на частоту 465 кГц и желательно на частоту 10700 кГц. Идеально бы иметь под рукой DDS-генератор для генерации AM- и ЧМ-сигналов хорошего качества и измеритель АЧХ на частотах ПЧ. Простой осциллограф с максимальной частотой 20 МГц выручит, если имеется хороший щуп 1:10 с верхней граничной частотой 60 МГц и входной ёмкостью не более 15 пФ.

2. Подготовка к работам

Сначала надо изъять из барабана переключателя диапазонов все планки и маркером подписать их. Можно просто откинуть главную плату, если доработок совсем мало. Для этого отпаять провода со стороны УКВ-блока и зацепить

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

плату на длинный крючок из толстого провода, шасси поставить "головой вниз". Но так как провода от платы к барабану переключателя диапазонов слишком длинные и отчасти на грани поломки, плату стоит полностью изъять, сделать чертёж заводского подключения по факту, так как могут быть не указаны номерами места подключения проводов.

По умолчанию следует обязательно заменить все оксидные конденсаторы. Для замены надо использовать конденсаторы с номинальным напряжением 16...35 В. Далее указаны рекомендуемые ёмкости этих конденсаторов для улучшения работы радиотракта.

3. Подстроечные катушки в тракте ПЧ 465 кГц

Чтобы не искать фантомные неисправности по всей печатной плате, сначала нужно заняться часто встречающимися скрытыми дефектами. Если в контурах тракта ПЧ 10700 кГц по опыту не следует ожидать механических поломок, то с контурами тракта ПЧ 465 кГц часто имеются проблемы механического характера. С течением времени каркасы некоторых подстроечных катушек рассыпаются внутри, и их не настроить, даже можно их "докрутить до негодности".

Для подстроечников этих контуров следует подобрать отвёртку из немагнитного материала с размером жала чётко под пазы в подстроечниках. При необходимости можно пожертвовать одной отвёрткой, отшлифовав до размера паза. Разогревают с помощью фена до +60 °С (не больше!) компаунд, фиксирующий подстрочник катушки, это размягчит его, но не расплавит. Убирают компаунд и отвёрткой вывинчивают подстроечники фильтров ПЧ 465 кГц. Очищают их и проверяют плотную посадку ферритового магнитопровода в пластиковой втулке, при необходимости его приклеивают. Затем надо проверить надёжность крепления пластмассовой насадки с резьбовым соединением. Если она шатается, надо удалить металлический экран. Для этого его прогревают паяльником и быстро вытаскивают, оловоотсос может не сработать. Насадку приклеивают, монтируют экран и ввинчивают подстроечники примерно на старую позицию.

4. Стабилизатор напряжения питания радиотракта (вторичный стабилизатор)

Для приёмника "Океан-209" и также в нулевой серии "Океан-214" (радиотракт построен на транзисторах КТ368А) нужно установить штатное напряжение питания радиотракта −4,4 В, а в приёмниках после 1986 г. рекомендуется увеличить его до +5 В (при доработках стабилизатора). Используемый во вторичном стабилизаторе стабистор серии 7ГЕ2А-К имеет существенный ТКН — −4...−5 мВ/К (многократно проверено), как это указано в документации на селеновый стабистор 7ГЕ2А-С. Судя по его реальным свойствам, 7ГЕ2А-К — это два последовательно включённых кремниевых диода, и его вскрытие это подтвердило. Даже по меркам 1970-х годов его применение нельзя назвать удачным, но до 1993 г. он использовался в производстве. Есть некоторые версии стабилизатора в приёмниках после 1988 г. выпуска с ИК-диодом или светодиодом красного свечения на его месте, что лучше, но также не очень хорошо.

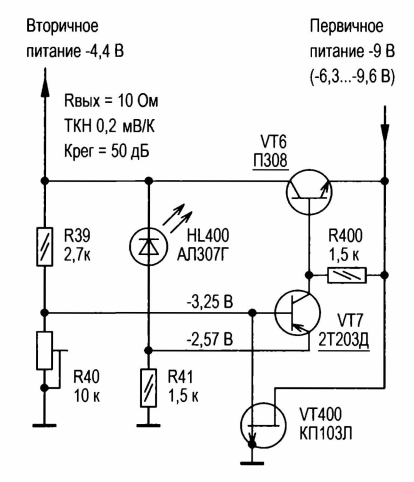


Рис. 1

Во вторичных стабилизаторах установлены транзисторы с малым $h_{21э}$ или у них установлен такой режим. Ещё имеется проблема запуска стабилизатора при низких температурах и разряженной батарее. На **рис. 1** показана схема доработанного стабилизатора для приёмника "Океан-209" (и подобных), она нарисована справа—влево по аналогии с заводской документацией.

Светодиод HL400 и кремниевый транзистор VT7 имеют почти одинаковые ТКН, поэтому температурный дрейф выходного напряжения не превышает 0,2 мВ/К. Увеличенное усиление внутри ООС дало снижение выходного импеданса с 25 Ом до 10 Ом, а подавление перепадов входного напряжения улучшилось в пять раз — с 36 дБ до 50 дБ. Малоэффективный резистор запуска R32 убран, установлен транзистор VT400, который запустит стабилизатор при малом входном напряжении, после этого при штатной работе он не участвует (режим отсечки). Предложенные компоненты были актуальны во второй половине 1970-х годов, но можно их заменить на современные, это не критично. Этот стабилизатор немного шумноват, но при выходном импедансе 10 Ом блокировочный конденсатор ёмкостью 47 мкФ обеспечит подавление шумов на частотах более 300 Гц. Напряжение шумов можно уменьшить на 3...6 дБ, установив конденсатор ёмкостью 100 нФ параллельно резистору R39.

Схема доработанного вторичного стабилизатора в приёмнике "Океан-214" (и подобных) показана на **рис. 2**. Так как в его радиотракте сильно меняется ток потребления при работе АРУ, требуется улучшенная стабилизация при изменении потребляемого тока. В дифференциальном усилителе VT11VT14 применены транзисторы с большим коэффициентом $h_{21э}$, поэтому они меньше нагружают источник образцового напряжения (светодиод HL400) и узел ООС. Дополнительно с помощью резистора R400 токи транзисторов VT11 и VT14 уравниваются, и их совместное усиление увеличивается в разы. Резистор R401 в сочетании с конденсатором C40 эффективно подавляет шумы. Светодиод HL400 имеет в три раза меньший ТКН, чем у стабистора 7ГЕ2А-К. Можно дальше улучшать параметры стабилизатора, заменив светодиод микросхемой параллельного стабилизатора напряжения К142ЕН19 (TL431) при R29 = 6,8 кОм, R37 = 1,8 кОм, R39 = = 10 кОм (он ранее был на месте транзистора VT400). Дроссель L400 (серия CECL) вместо резистора сопротивлением 47 Ом улучшает развязку на средних и высоких частотах, заодно имеет малое сопротивление по постоянному току. Увеличенный номинал конденсатора C37 улучшает подавление низкочастотных помех. Транзистор VT400 нужен в сочетании со светодиодом, чтобы снизить влияние входных перепадов напряжения питания, его подбирают по начальному току стока 0,5...1,5 мА (не критично).

В результате все воздействия на вторичный стабилизатор вызывают изменения его выходного напряжения не более 6 мВ, выходное сопротивление составляет 2...0,5 Ом, в целом достигнуто улучшение стабилизации на порядок. Приёмник на высоких КВ и на УКВ-диапазонах будет работать с высокой частотной стабильностью, а это главный момент для возможности отказаться от АПЧ.

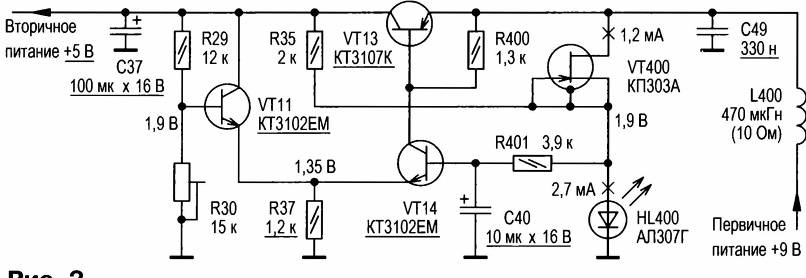


Рис. 2

5. Увеличение усиления в тракте УПЧ АМ

Транзисторы в УПЧ АМ работают с током коллектора около 1,5 мА, когда АРУ ещё не действует и тракт имеет максимальное, но недостаточное усиление. Их эмиттерный импеданс составляет около 18 Ом при высоком качестве транзисторов. Установленные в цепи эмиттера блокировочные конденсаторы ёмкостью по 33 нФ образуют постоянную времени около 600 нс и частоту среза по уровню –3 дБ около 300 кГц. Но это только в одном каскаде и без учёта разброса конденсаторов по ёмкости. В итоге всему УПЧ не хватает 6 дБ усиления на частоте 465 кГц, и это в лучшем случае. Замена всех эмиттерных конденсаторов на другие ёмкостью 100...330 нФ даст дополнительно 6...8 дБ усиления.

Транзисторы серии ГТ322 оказались хорошим вариантом, и их не стоит менять. На заводе не применяли плохие экземпляры, и отводы от колебательных контуров сделаны оптимальными для этих транзисторов. Совсем другая ситуация имеется в приёмнике "Океан-214". Простая замена транзисторов серии КТ3126 на КТ3127А ($h_{21э} \geq 70$) уже даст заметный результат, колебательные контуры с высоким импедансом шунтируются в меньшей мере. Транзистор КТ3128А не самый хороший выбор, его $h_{21э}$ при уменьшении тока коллектора в интервале 1,2...0,08 мА даже увеличивается, и это в данном случае вредит качеству АРУ. Хорошие результаты получаются с транзисторами КТ3108А и КТ326Б, если их подобрать с $h_{21э} > 100$.

6. Детекторные и смесительные диоды

Популярные диоды серии Д9 были заявлены как универсальные, и мы их найдём на каждом шагу в отечественной схемотехнике. Однако у него отличный КПД сохраняется только до частоты 10 кГц, и время выключения составляет десятки микросекунд. На более высоких частотах ему мешает инерционность при выведении носителей заряда из p-n перехода. Уже на частоте 465 кГц отмечается ослабление его выпрямительных свойств. На КВ его работу можно назвать символической. Среди доступных малосигнальных диодов прошлого века нашлась отличная альтернатива — диоды серии Д311. У них время выключения составляет всего 8(10) нс после импульсного тока 1(3) мА. Но самое ценное — малое пороговое напряжение — около 170...200 мВ при токе 0,5...1 мА, что на 100 мВ меньше, чем у всех остальных малосигнальных германиевых диодов, включая импортные изделия. Тяжело объяснить, почему за 60 лет этот диод не нашёл себе достойное место в отечественной схемотехнике.

Эксклюзивно низкое пороговое напряжение у диода Д311 хорошо повлияет на работу детекторов. Поэтому стоит во всех детекторах поменять диоды серии Д9 на Д311 (индекс мало важен). В результате слабые сигналы слышны более разборчиво, а мощные сигналы детектируются с меньшим уровнем искажений. От смещения диодов можно отказаться, тем более, что это портило бы линейность при мощных сигналах. В приёмнике "Океан-209" (и подобных) нужно оставить кремниевый диод Д103 в детекторе АРУ, так как он отвечает за начальный термостабильный режим АРУ и по быстродействию соответствует задаче.

В частотном демодуляторе диоды серий Д18 и Д20 являются лучшим выбором, и даже в моих продвинутых версиях я от них не отказался. Кое-как диод ГД508 может их заменить, если

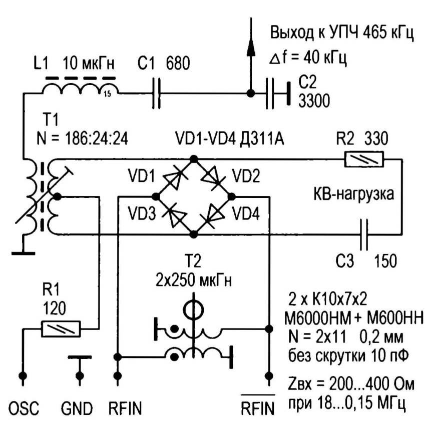


Рис. 3

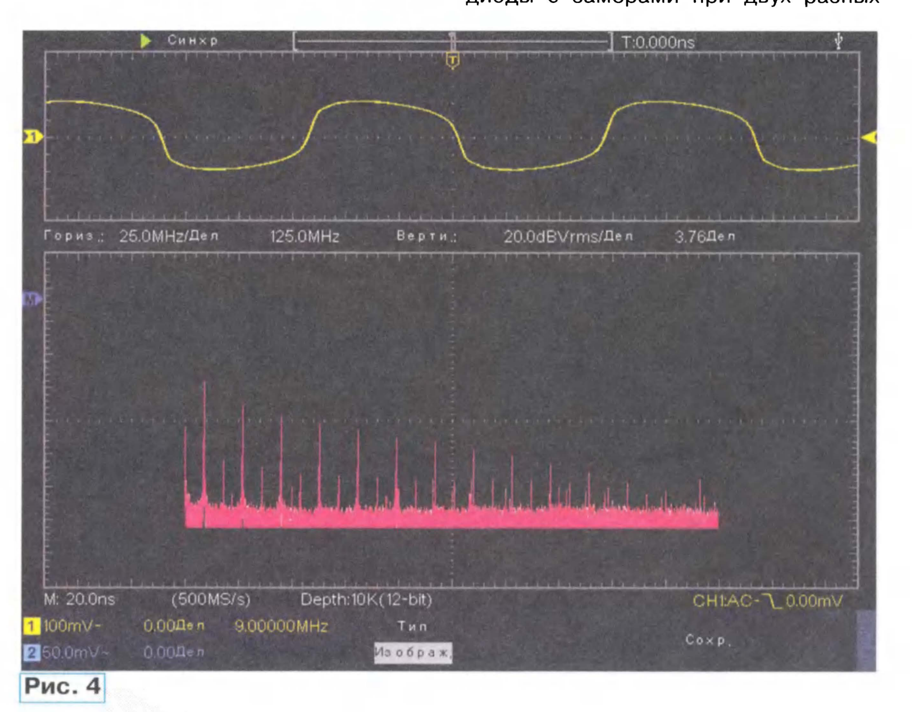


Рис. 4

амплитуда сигнала большая. Они имеют быстродействие с запасом и к тому же малый обратный ток, а малая ёмкость позволит сделать ЧМ-демодулятор с широкой и линейной характеристикой. Замена диодов Д18 и Д20 импортными АА113 дала заметно худший результат, хотя эти диоды массово применялись в импортной высоко оценённой аппаратуре. Также ВЧ-диоды 1N270 не удивили качеством аудиосигнала. Как и диод Д311, диоды Д18, Д20 вышли в свет ещё в середине 1960-х годов и по качеству параметров не теряли актуальность для добросовестно разработанной аппаратуры высшей категории. Это одно из удивительных познаний в нашем путешествии по "Океанам" и времени". Многие приёмники того периода можно с этими диодами улучшать, в том числе импортные и всякие "вялые" приёмники на микросхемах с диодным демодулятором.

После 1991 г. в детекторах приёмников появились кремниевые диоды серий КД519—КД522, и по причине высокого порогового напряжения они работали плохо.

Эффективным мероприятием будет замена диодов серии Д9 в смесителе, при этом лучший результат по линейности получен с диодами Д311А, но и другие диоды этой серии работают на порядок лучше, чем диоды серии Д9. В партии из 20 диодов Д311 обычно найдётся две четвёрки для смесителей и несколько пар для двухдиодных детекторов. При измерениях с помощью мультиметра в режиме диодного тестера нужно обеспечить постоянство температуры, измерять за секунду, а диодам заранее дать возможность принять температуру рабочего стола. В четвёрки и пары следует подобрать диоды с разбросом прямого напряжения не более ±1 мВ. Можно, конечно, подобрать диоды с замерами при двух разных токах или даже по полной ВАХ, но тогда нужно привести все индуктивные узлы в идеальный порядок по симметрии.

На **рис. 3** показана схема доработки диодного смесителя на заводской плате по испытаниям 2023 г., нумерация элементов условная. Из-за хорошей отзывчивости и низкого порогового напря-

жения диодов Д311 придётся добавить в линию подачи сигнала от гетеродина резистор R1 (82 Ом) при германиевом транзисторе в гетеродине или 120 Ом при кремниевом, чтобы восстановить прежнюю нагрузку гетеродина. Этот резистор чётко ограничит пиковый ток, что улучшает ТКЧ гетеродина.

Для гетеродина на кремниевом транзисторе в смесителе можно применить диоды серии КД419 или КД922, резистор R1 тогда должен иметь номинал 68 Ом. Однако из-за подачи синусоидального сигнала гетеродина не реализуется потенциал этих диодов по линейности при переходных процессах. Но смеситель мог бы работать до УКВ без деградации параметров. В реальной работе не было замечено выгоды применения этих диодов по сравнению с диодами серии Д311. Диоды серии ГД508 тоже пригодны при R1 = 68 Ом, но Д311 остаются лучшим выбором.

На **рис. 4** показан сигнал гетеродина на среднем отводе трансформатора Т1 при наличии в смесителе трансформатора Т2. На частоте 9 МГц хорошо выражен импульсный режим, несмотря на питание смесителя синусоидальным сигналом. На частоте 18 МГц это тоже имеет место, и только на частотах более 50 МГц всё переходит в чистый синус. Также удалось существенно подавить чётные гармоники сигнала гетеродина на более чем 43 дБ. Завышенный крутой фронт сигнала (наклон вершин импульсов) связан с дифференциальной паразитной индуктивностью симметричных обмоток (около 50 нГн доработано) трансформатора Т1. Заводское исполнение этого трансформатора и неудачные обмотки в УВЧ-контурах способствовали раньше паразитному приёму УКВ-диапазона.

Дроссель L1 является частью выходного резонансного контура на частоте 465 кГц вместе с обмоткой трансформатора Т1 и конденсаторами С1, С2.

Рис. 5

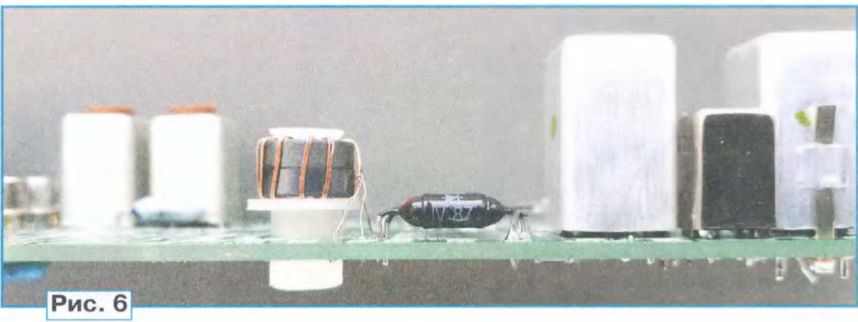
Однако вынос дросселя L1 образует эффективный ФНЧ вместе с конденсаторами С1, С2 для подавления сигналов в КВ-диапазоне на входе УПЧ, особенно это касается гармоник гетеродинного сигнала. Этим устранена опасность смесительного режима первого каскада УПЧ, что в заводской схеме имеет место и забивает УПЧ ложными сигналами и шумом.

Цепь R2C3 действует на КВ-частотах выше 3 МГц. В процессе преобразования возникает не только сигнал на полезной ПЧ 465 кГц, но с такой же энергией на зеркальной ПЧ в КВ-диапазоне. Если для этого сигнала нет нагрузки, напряжение холостого хода вызывает интермодуляцию на диодах. Эта цепь станет особо важной при установке дросселя L1 и качественном исполнении трансформатора Т1. На КВ-диапазонах за счёт её установки увеличится динамический диапазон смесителя на 6...10 дБ, так как ещё сигналы преобразования на гармониках гетеродина поглощаются.

Ещё один полезный эффект получим, если избежать режима короткого замыкания на выходе ПЧ диодного моста в очень широком диапазоне частот. Это приведёт к увеличению амплитуды полезного сигнала на входе смесителя на 1...2 дБ и также на выходе в спектре полезной ПЧ 465 кГц. К этому добавится прирост добротности УВЧ-контура и улучшение дальней селективности. В заводском исполнении трансформатора Т1 создаётся короткое замыкание на КВ от действия выходного резонансного трансформатора и его большой паразитной ёмкости в контуре прямо к обмотке и без разделения в секциях каркаса.

При наличии навыка в намоточных работах стоит переделать трансформатор Т1. В заводском исполнении его симметрия сильно нарушена, и к выходной обмотке имеется сильная ёмкостная паразитная связь, которая вредит чистоте спектра выходного сигнала смесителя. Надо использовать обмоточный провод диаметром 0,1 мм и намотать на нижние три секции каркаса по 62 витка (186 витков в сумме). В верхнюю секцию разместить строго симметричную обмотку на 2×24 витка без особой скрутки. Намного лучше всё это получается с изделием Q-4386 (**www.quartz1.com**), так как оно обладает замкнутым магнитопроводом, легко разбирается, и его удобно переделать (**рис. 5**).

В этом варианте после удаления старых обмоток нужно очистить его выводы острым ножом от корродированного олова вплоть до розовой меди. Намотать 3×24 витка для ПЧ-контура в нижние три секции каркаса и симметрично 2×12 витка к диодам в верхнюю секцию. Концы проводов заранее лудить и плотно по два витка мотать на выводы в самом верху, потом с флюсом это быстро спаять.


Рис. 6

Очень эффективное улучшение даст входной трансформатор Т2. С ним смеситель станет полноценным на главной печатной плате, и на диапазонных планках в барабане не нужно мучиться с симметричной обмоткой, можно установить простую обмотку связи без заземления. Это избавит ВЧ-узел от "кривых" ВЧ-токов по всей проводке, возрастёт селективность. На **рис. 6** показан его монтаж на новой печатной плате версии 2023 г. с пластиковым крепежом (М4).

Этот трансформатор намотан на двух кольцевых магнитопроводах К10×7×2 из ферритов М600НН и М6000НМ как оптимальный вариант для диапазона 0,1...30 МГц (по уровню −3 дБ). Комбинации ферритовых колец М400НН/М10000НМ или М600НН/М2000НМ работают на грани хорошего результата. Такой составной магнитопровод существенно улучшает симметрирующее действие трансформатора в диапазоне 0,15...18 МГц при простоте изготовления и установки. Сначала надо склеить кольца лаком, потом отшлифовать острые грани. Обмотку (11 витков) делают двойным обмоточным проводом диаметром 0,2 мм совсем без скрутки для обеспечения высокого импеданса. Контрольный параметр — индуктивность по 250 мкГн в отдельности и 1 мГн в целом. Можно смонтировать трансформатор на миниатюрную макетную плату и установить её перпендикулярно, припаять в отверстия диодов, трансформатор будет над диодами в устойчивом положении.

С этими доработками смеситель точно не является слабым звеном, и на КВ заметим более чистый приём, но одна "подстава" в нём ещё осталась.

7. Конденсаторы в LC-контурах УПЧ АМ

Существенный "прокол" в заводском варианте УПЧ АМ имеется с конденсаторами в выходном трансформаторе диодного смесителя и в контуре АМ-демодулятора. По неизвестной причине было решено использовать изделия из керамики Н90 (красные квадраты), они вызывают интермодуляцию и ещё заметный дрейф резонанса при измене-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

нии температуры. Поэтому нужно заменить на выходе смесителя конденсаторы 680 пФ и 3300 пФ и в АМ-демодуляторе контурный конденсатор номиналом 1000 пФ на изделия из керамики NP0 с теми же номиналами.

В некоторых версиях компоновки в контурах 10,7 МГц тракта УПЧ ЧМ установлены совсем небольшие конденсаторы квадратной формы. Они совсем не терпят повторной пайки. Если их не трогать, проблем и не будет, а если решите кое-что проработать с пайкой, их следует заменить новыми изделиями, которые сделаны из керамики NP0, да ещё менять это во всех контурах для сохранения формы АЧХ при изменении температуры.

Катушки индуктивности фильтров ПЧ с ферритами М100НН и М600НН имеют значительный отрицательный ТКИ. Поэтому конденсаторы из керамики М150—М1500 добавят дрейф в том же направлении, и применение на заводе слюдяных конденсаторов ёмкостью 470 (510) пФ с нулевым ТКЕ было оправдано. Замена на керамику NP0 существенно улучшает стабильность АЧХ в УПЧ ЧМ, но нужно при замене переделать все контуры, в том числе и в УКВ-блоке старого образца выпуска 1972—1984 гг.

8. Уменьшение быстродействия АРУ

При служебной АМ-радиосвязи лучше оставить АРУ достаточно быстродействующей, чтобы противодействовать быстрым замираниям сигнала и не пропустить первые моменты выхода в эфир. Для длительного прослушивания радиопередач это нецелесообразно, так как быстродействующая АРУ вызывает существенные искажения в спектре НЧ-сигналов, ожидаемо на уровне –20 дБ. Поэтому рекомендуется оксидный конденсатор в цепи АРУ увеличить в 2...4 раза, что заметно смягчит звучание хорошо модулированных АМ-сигналов. При хорошем компромиссе модуляция на частоте 50 Гц с глубиной 50 % передаётся искажениями менее –40 дБ, и АРУ всё равно успевает за естественным федингом радиотрассы и небыстрой перестройкой по частоте.

9. Настройка LC-контуров и фильтров в УПЧ

Когда выпускались приёмники "Океан"/Selena, в ремонтных мастерских оснащение измерительными приборами было скромное, на измеритель АЧХ не стоило надеяться. Счастливцем мог себя считать владелец тестера Ц-4323, у которого был встроенный генератор с частотой 465 кГц. Поэтому предусмотрительно на заводе LC-фильтры в тракте УПЧ АМ и УПЧ ЧМ приёмника изначально разработаны со связью между контурами меньше критической, при которой имеется только один выраженный и однозначно уловимый максимум в АЧХ. Поэтому можно настроить оба тракта УПЧ с помощью простого немодулированного генератора 465/10700 кГц по максимальным показаниям индикатора настройки. И даже старая методика "на слух" при приёме стабильного радиосигнала тут сработает с достаточным качеством.

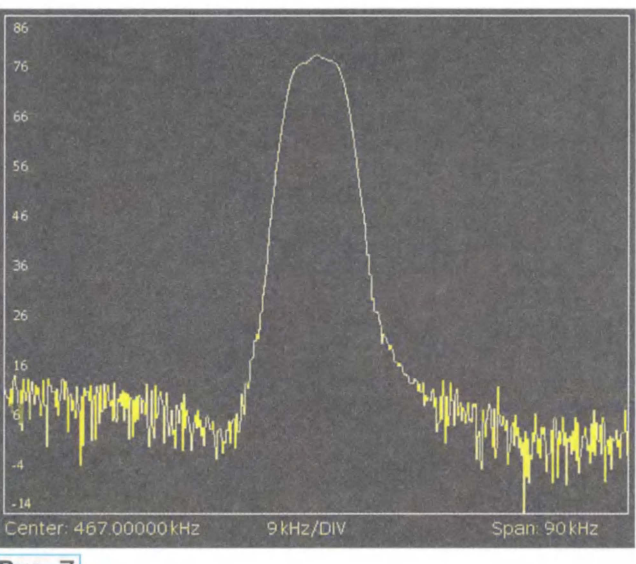


Рис. 7

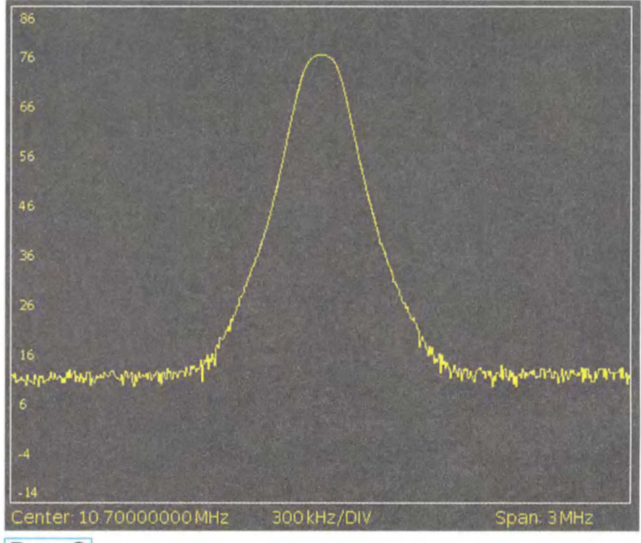


Рис. 8

В приёмнике "Океан-214" из нулевой серии 1985 г. было взято много хорошего из приёмника "Океан-209", и ещё в нём использованы прекрасные транзисторы серии КТ368 (импортные аналоги — SS9018), поэтому LC-контуры имеют высокую нагруженную добротность. И сам фильтр на частоту 465 кГц составлен из качественных катушек индуктивности. После его настройки форма АЧХ в УПЧ (без демодуляторных контуров) имела вид, показанный на **рис. 7**. Имеется явно выраженная и полноценная селективность по соседнему каналу. Для приёма в диапазоне ДВ-СВ при отстройке на 9 кГц подавление составляет не менее 50 дБ. И в тракте УКВ ЧМ при отстройке 300 кГц подавление составляет не менее 40 дБ (**рис. 8**). При этом для самого полезного сигнала полоса достаточно широкая для хорошего звучания. Лучше такой картины вы вряд ли сможете настроить приёмники без их глубокой модернизации.

Фильтр на частоту 465 кГц ещё имеет достаточно широкую и практически ровную вершину, так как контуры сработали с повышенной добротностью, и это делает невозможным провести настройку "на слух". Без измерителя АЧХ этот приёмник из нулевой серии качественно уже не настроить. Наверно, по этой причине решили упростить схему приёмника "Океан-214" для серийного выпуска, чтобы он подлежал сервису в скромных мастерских по всей стране.

Для **налаживания тракта ПЧ АМ** сигнал с генератора частотой 465 кГц подают через резистор сопротивлением 1 кОм на один из диодов смесителя со стороны выходного трансформатора смесителя, размах сигнала должен быть не более 10 мВ. В барабанном переключателе диапазонов не должно быть диапазонного модуля. При полном расстройстве тракта сначала надо добиться хотя бы незначительного отклонения стрелки индикатора. Для этого, возможно, придётся увеличить уровень выходного сигнала генератора. Начинают налаживание подстроечниками контуров от демодулятора и заканчивают у смесительного трансформатора. Делают несколько повторов до лучшего результата. При этом изменяют уровень сигнала генератора, чтобы стрелка индикатора не отклонялась более чем на 50 % шкалы.

Для **налаживания тракта ПЧ ЧМ** первым делом надо установить подстроечный резистор в демодуляторе точно в среднее положение. Налаживание нужно проводить при отключённой АПЧ, если настраивать тракт при приёме стабильного радиосигнала. Исходя из того, что изначально имеется настройка, достаточно правильная для однозначного приёма, её можно проводить "на слух" без измерительного генератора. Настраивают приёмник на радиостанцию на наилучшее звучание или меньший шум с речевой програм-

мой, где модуляция не слишком большая. Убирают из второго LC-контура демодулятора подстроечник. Настраивают поочерёдно LC-контуры УПЧ на максимальное показание индикатора, начиная от первого контура демодулятора вплоть до коллекторного контура УКВ-смесителя. После получения однозначного максимума по индикатору надо подстроить второй контур демодулятора для получения самого чистого звучания и подстроить первый контур демодулятора, он отвечает за громкость. При этом на контрольной точке демодулятора должно быть нулевое постоянное напряжение. Точную настройку демодулятора проводят незначительной подстройкой его контуров и уже в самом конце корректируют подстроечным резистором нулевое напряжение при полном отсутствии сигнала, а также при подаче сигнала ПЧ по центру АЧХ тракта.

денсатора связи. При проверке с измерителем АЧХ это оказалось бесполезным делом, так как это приводит к раздвоению пика АЧХ, поэтому при настройке "на слух" или показаниям индикатора настройка производится на один из пиков АЧХ, в результате первый УПЧ получает многосигнальный спектр, да ещё со вторым пиком АЧХ за пределами АЧХ последующего УПЧ.

При отдельном налаживании ЧМ-демодулятора нужно заранее знать центральную частоту сквозной АЧХ от УПЧ ЧМ и настроить ЧМ-демодулятор на неё. В таком случае сканирующий сигнал в диапазоне не менее ±800 кГц можно подавать непосредственно с выхода генератора (импеданс 50 Ом) на базу последнего транзистора УПЧ. Очень удобно настроится всё, если на вход двухканального цифрового осциллографа подать сигналы с выходов диодов демодулятора (жёлтая и синяя

В приёмнике "Океан-214" в гетеродине применён транзистор серии КТ645, и это — плохой выбор по многим параметрам. Его замена транзистором КТ3142А или даже КТ312Б ($h_{21э}$ > 40) улучшает работу гетеродина. Если доработать цепи общего провода на печатной плате и разводку переключателя диапазонов и КПЕ, можно установить транзистор КТ368А — это лучший вариант. В этом транзисторе удивительно хорошо сочетаются низкое сопротивление в кристалле с малыми ёмкостями, что обеспечивает не только быстродействие, а ещё малый шум на НЧ и на ВЧ, к тому же самовозбуждение на СВЧ маловероятно. При установке этого транзистора придётся немного увеличить сопротивление демпфирующего резистора в коллекторной цепи до надёжного подавления паразитной генерации, этот дополнительный резистор (SMD) нужно установить на диапа-

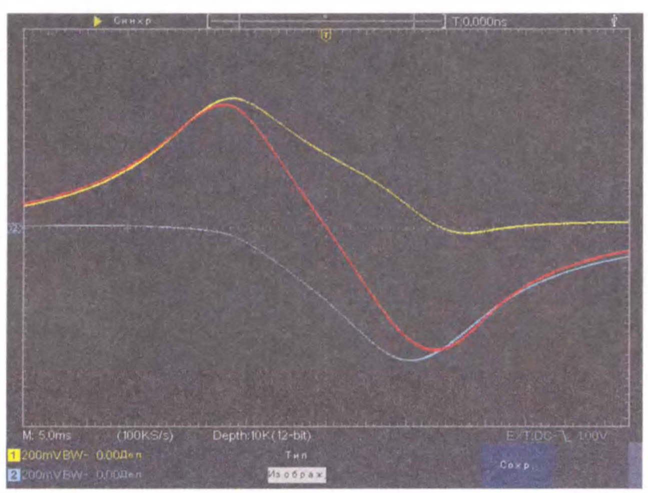


Рис. 9

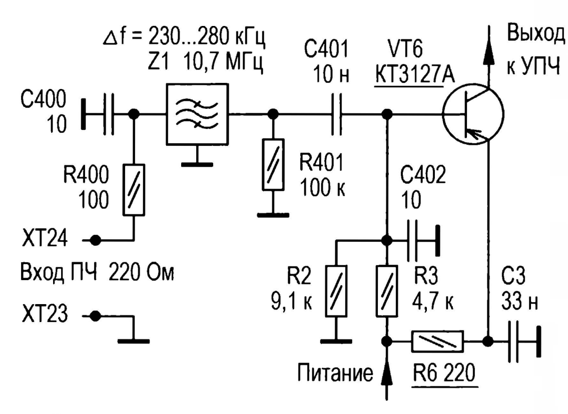


Рис. 10

При тщательной настройке демодулятора не только демодуляторная характеристика имеет идеальную форму, а ещё два LC-контура работают в режиме двухконтурного фильтра с критической связью. Это означает, что на коллекторе последнего транзистора в тракте УПЧ АМ при центральной частоте (сигнал без модуляции) имеется лёгкий спад уровня на 10...30 % (АРУ выключена). Плохой особенностью приёмника "Океан-214" является, что LC-контуры на частоту 10700 кГц в составе УКВ-блока настраиваются с "размазанным максимумом", у них полоса большая, это не исправить без доработки.

В приёмнике "Океан-209" высокая добротность LC-контуров на выходе УКВ-смесителя требует тщательной настройки его АЧХ. Пробный ПЧ-сигнал надо подавать от генератора через RC-цепь 1 нФ+1 кОм на эмиттер смесителя и подстроечниками установить максимальные показания индикатора. Лучше было бы отсоединить УПЧ с нагрузкой 300 Ом и наладить АЧХ этого фильтра.

В некоторых публикациях можно найти предложения по улучшению АЧХ фильтра на выходе УКВ-смесителя за счёт установки дополнительного кон-

кривые на **рис. 9**), и, установив математическую операцию XA–XB, можно получить характеристику демодулятора (красная кривая на рис. 9).

Довольно важным моментом для получения линейности центрального участка демодуляторной кривой является связь контуров демодулятора. Она определяется в приёмнике "Океан-209" конденсатором ёмкостью 2,7 пФ между катушками индуктивности демодулятора, а в "Океане-214" — у второй катушки индуктивности демодулятора конденсатором ёмкостью 8,2 пФ, соединённым с общим проводом. Странно, что разработчики не установили на их месте подстроечные конденсаторы. При правильном налаживании характеристика демодулятора при отстройке от центральной частоты ±250...350 кГц имеет свои пики, поэтому соседний канал демодулируется слабо.

10. Особенности доработки приёмника "Океан-214"

Применение других компонентов и упрощение схемы приёмника "Океан-214" требует больше доработок, но, с другой стороны, делает их проще, чем в приёмнике "Океан-209".

зонных планках индивидуально. Можно уменьшить напряжение смещения на базе на 0,3 В и установить германиевый транзистор ГТ311Д, (ГД311Л), в смесителе на диодах Д311 установить ограничительный резистор номиналом 82 Ом.

В коллекторном контуре первого каскада УПЧ ЧМ (VT6) установлен один ограничительный диод Д18 (Д20). Его надо заменить двумя диодами, включёнными встречно—параллельно. Подходят диоды серий КД512, КД514, КД707А9 (BAV99). Это не будет решением проблемы перегрузки второго (!) каскада УПЧ ЧМ, но очень сильные сигналы не будут терять свою читабельность. Нужно слегка подкорректировать резонанс коллекторного контура первого УПЧ, уменьшить номинал контурного конденсатора на 3...8 пФ.

Применение транзистора серии КТ3126 в УКВ-смесителе привело к тому, что первый ПЧ-фильтр, стоящий за ним, потерял селективность, и на вход УПЧ поступает многосигнальный спектр. По слабой стойкости к перегрузкам приёмный канал забивается ложными сигналами. Но даже идеальная замена транзистором КТ3128А в смесителе не решит проблему. Предпо-

ложительно, на заводе планировалось хорошее техническое решение этой проблемы, но до осуществления дело не дошло. "Загадочным образом" печатная плата на входе первого каскада УПЧ ЧМ сделана под установку пьезокерамического фильтра (ПКФ) современных серий, но отверстий для него нет. Умелыми руками можно установить любой из современных ПКФ на частоту 10700 кГц, хорошо бы выбирать изделие с затуханием в полосе пропускания не более 6 дБ и полосой пропускания 230...280 кГц. Схема доработки показана на **рис. 10**.

ПКФ с полосой пропускания 180 кГц и менее имеют затухание 8...12 дБ и вызывают в принимаемом сигнале вредную паразитную АМ, страдает качество звучания. Цепь R401C401 по рекомендациям фирмы MURATA обеспечит отсутствие смещения по постоянному току во избежание гальванических процессов и деградации ПКФ, номиналы не критичны. И по опыту радиомастеров по этой причине многие приёмники оказываются на их столах. Согласование для ПКФ должно создаваться от входного импеданса транзистора, а не от R401, как это часто видим в схемах. Нехорошая практика "согласования резистором" портит соотношение С/Ш в последующем транзисторе, так как сигнальная энергия "сжигается" в резисторе и малая часть поступает в транзистор. Для правильного согласования нужно увеличить эмиттерный ток транзистора VT6 до 3 мА, уменьшив сопротивление резистора R6 от 680 Ом до 220 Ом, подбором этого резистора можно наладить идеальную форму АЧХ от ПКФ. Это заодно добавит усиления, и в итоге затухание ПКФ мало меняет усиление всего тракта. На месте транзистора VT6 можно установить транзистор серий КТ3127А, КТ326Б, КТ363Б, КТ3108А (h21Э > 50). Со стороны УКВ-блока сигнал представлен импедансом примерно 220 Ом, последовательным резистором R400 импеданс доведён до 330 Ом для согласования с правильной формой АЧХ ПКФ. Подборкой конденсаторов С400 и С402 (0...12 пФ) можно корректировать форму АЧХ у ПКФ с малым затуханием и получить плоскую вершину АЧХ протяжённостью 150...220 кГц. Для налаживания сканирующий тестовый сигнал подают на базу смесительного транзистора через последовательную RC-цепь 1 нФ + 1 кОм и снимают сигнал с коллектора VT6 на низкоомный щуп. ПЧ-фильтр в УКВ-блоке без его модификации настраивают на максимальный уровень сигнала.

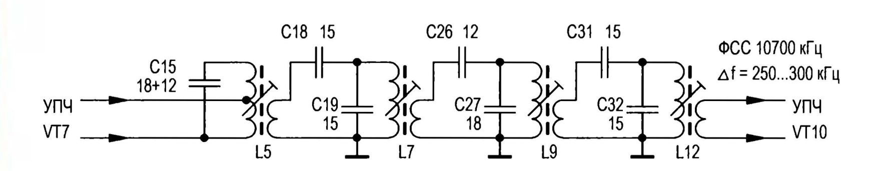


Рис. 11

Если был установлен ПКФ и имеется измеритель АЧХ, есть смысл доработать ПЧ-фильтр на четырёх LC-контурах. Исходный вариант фильтра имеет слабую связь между контурами. Схема доработанного фильтра показана на **рис. 11**, заменяются конденсаторы с другими номиналами.

Более сильная связь контуров существенно (на 4...8 дБ) уменьшает потери сигнала, к тому АЧХ фильтра получает ровную вершину протяжённостью 150...200 кГц. Это избавит выходной спектр на коллекторе VT15 от ложной паразитной АМ и уменьшит искажения звука на 8...14 дБ. Для измерения АЧХ надо подавать сигнал генератора с выходным сопротивлением 50 Ом на элементы С5 и L3, поэтому транзистор VT7 получает сигнал без резонанса. Снимают сигнал с коллектора транзистора VT10 щупом с импедансом 50 Ом, коллектор VT15 временно напрямую соединяют с общим проводом для отключения АРУ. В заключение проверяют и при необходимости корректируют форму АЧХ демодулятора в соответствии с полученной формой АЧХ тракта.

АРУ и работа индикатора настройки в приёмнике "Океан-214" отличаются особой "вялостью", поэтому предлагается простая доработка АРУ. Имеются три разные схемы детектора АРУ за весь период выпуска приёмников. По замыслу самая хорошая из них та, в которой нет диодов и один транзистор КТ361И (VT16) работает как активный выпрямитель. Этот детектор легко доработать в соответствии со схемой на **рис. 12**. Рекомендуется и другие детекторы АРУ доработать аналогичным образом.

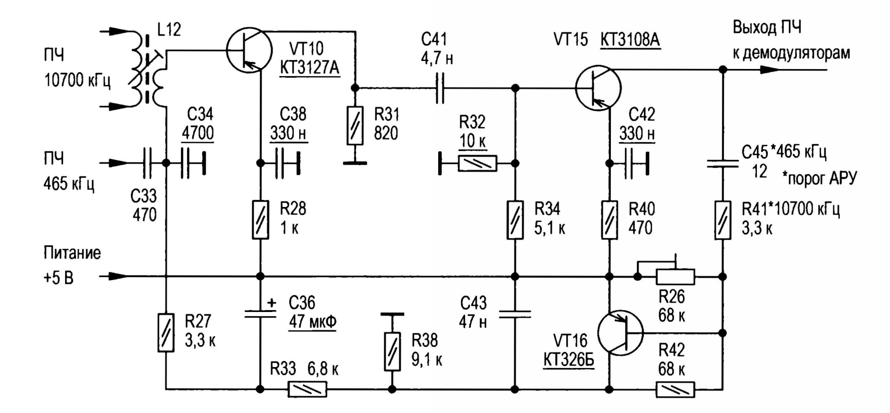


Рис. 12

На месте VT15 не подходят транзисторы серий КТ3127, КТ3128, КТ363, можно поставить КТ326Б. На месте активного выпрямителя VT16 подойдёт практически любой ВЧ-транзистор структуры p-n-p с $h_{21Э}$ > 50 (серий КТ3126, КТ3127, КТ3128, КТ363, КТ3108), можно даже поставить транзистор серии ГТ322.

Конденсатор С45 задаёт уровень сигнала ПЧ 465 кГц, а резистор R41 — уровень сигнала ПЧ 10700 кГц на входе детектора. Излишний уровень вызывает вредное уменьшение сигнала, поступающего на демодуляторы, низкий уровень вызывает искажения в каскаде на транзисторе VT15 и на аудиовыходе. При сигнале размахом 20 мВ на базе транзистора VT15 напряжение на конденсаторе С43 должно быть близко к 0,9 В. Резистором R26 устанавливают порог срабатывания АРУ при сигнале размахом 3 мВ на базе транзистора VT15. Тестовый сигнал подают на резистор R31 от генератора с выходным сопротивлением 50 Ом.

Замена транзистора VT10 обеспечивает меньшую нагрузку предшествующих каскадов, и ёмкость конденсатора С34 можно уменьшить до 3300...4700 пФ, что даст несколько децибел дополнительного усиления на ПЧ 465 кГц.

При напряжении питания +5 В надо увеличить сопротивление резистора R32, чем корректируется ток коллектора транзистора VT15, и увеличивается запас по напряжению на его коллекторе.

Увеличение ёмкости конденсатора С36 до 47 мкФ даст хороший компромисс между быстродействием АРУ и снижением искажений в звуковом НЧ-диапазоне.

11. Установка главной платы

Особенно в приёмнике "Океан-209" в месте расположения на плате гетеродина, смесителя и УВЧ надо установить дополнительную шину общего провода из толстого провода. Это заметно устранит склонность УВЧ к самовозбуждению, пример показан на **рис. 13** на глубоко доработанной плате.

В приёмнике "Океан-214" делают подобное с нижней стороны платы.



Рис. 13

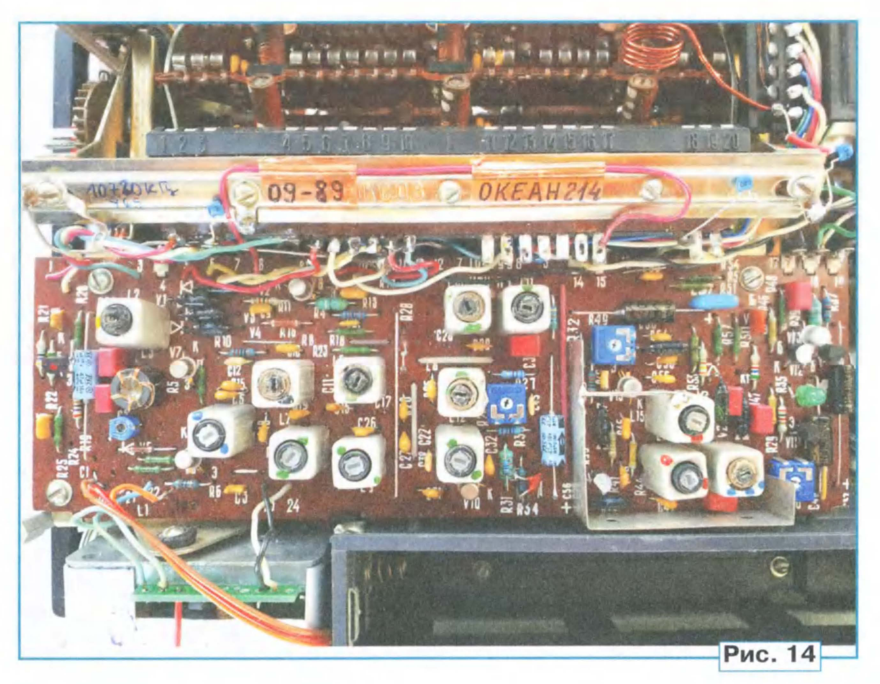


Рис. 14

Установка экрана из ферромагнитного листа под демодуляторами очень важное мероприятие, иначе наводка 50 Гц от сетевого трансформатора на катушки индуктивности демодуляторов будет значительной. Эффективность мероприятия хорошо проверить на сигнале без модуляции. Склонность доработанного УПЧ к самовозбуждению имеет свою причину в неудачной разводке общего провода. Хороший опыт по устранению показала пайка толстым проводом между экранами фильтров последних в тракте усилителей. Также можно подкрепить проводку общего провода с нижней стороны платы.

Сначала осуществляют примерку платы на резьбовые держатели в шасси, их можно изогнуть так, чтобы плата крепилась без изгибов и натяжения. Начинают установку с тяжело доступной разводки КПЕ, идеальный пример с контактной лентой (планкой) был показан в первом разделе цикла. В более простом варианте провода заземления от КПЕ к печатной плате делают из толстого провода с некоторым запасом для нормальных изгибов, но без перегиба. Устанавливают "горячие" провода от КПЕ к барабану переключателя диапазонов (контакты 4, 11, 20), но чтобы они не мешали вращению барабана и установке платы.

В остальном заводскую разводку не стоит восстанавливать в оригинальном виде, нужно все провода укоротить до минимально возможной длины. Все провода по питанию, стрелочного индикатора, АПЧ, НЧ надо собрать в один жгут и в самом конце работ связать двумя хомутами.

Разводку цепей для гетеродина делают из трёх проводов с лёгкой скруткой и фиксируют её посередине на барабане. Сигнальные провода от УВЧ к смесителю используют тонкие и со скруткой.

На заводской плате имеется существенный недостаток — расположение элементов УВЧ по непонятной причине сделано зеркальным по отношению к контурам в барабане. Поэтому придётся делать разводку крест-накрест и с лишней длиной проводов. Выходные провода от УВЧ делают короткими, а входной провод от контакта 17 барабана прокладывают вдоль металлической шины (красный провод) и фиксируют самоклеющейся металлической фольгой (**рис. 14**).

Провод от эмиттерной ООС к контакту 12 делают без лишних разворотов.

Проводку к УКВ-блоку тоже нужно упорядочить. Сигнальная линия от УКВ-блока к входу УПЧ должна быть из двух тонких проводов с плотной скруткой. Если внутри УКВ-блока присутствует заземление этой линии, её нужно разрезать, заземление должно быть только у УПЧ.

Провод от дросселя L1 к телескопической антенне делать из полужёсткого провода с дополнительной длиной, чтобы его провести подальше от металлических поверхностей и конструкций.

12. Недостатки и заключение

В любом случае доработка главной платы не может решать все вопросы, не зря были разработаны новые схемы. Если АРУ можно привести в полный порядок с большим трудом, то искажения при приёме ЧМ-сигналов всегда будут сильно зависеть от уровня сигнала.

Все приёмники этого семейства одинаково имеют один большой недостаток — неправильная работа АРУ в целом. Доработка сложная, не для начинающих, в описаниях в архиве это изложено подробно. Проблема состоит в перепутанной последовательности уменьшения усиления. В заводском варианте стремительно и одинаково уменьшается усиление УВЧ и первого каскада УПЧ, а второй каскад УПЧ при этом меняет усиление всего лишь на 8 дБ. При приёме мощных сигналов это вызывает заметный фоновый пустой белый шум, так как последние усилители работают с большим усилением, но поступает к ним слабый сигнал. На удивление этой неполадкой страдают многие приёмники, даже современные и цифровые.

Амплитудное ограничение ЧМ-сигнала является важным моментом в сигнальной обработке для получения идеального качества НЧ-сигнала. Однако в большинстве бытовых приёмников в этой части разработчики грешат, и что странно, видимо, с хорошими намерениями. Приёмник "Океан" тут не исключение, да и современные приёмники редко сделаны правильно. В составе популярной микросхемы TA7358 прямо на выходе смесителя имеются вредоносные ограничительные диоды. Даже в некоторых SDR-приёмниках имеются проблемы с этим по причине не оптимального алгоритма в ПО при приёме ЧМ-сигналов. В УКВ-блоках до 1984 г. установлены ограничительные диоды, вызывающие интермодуляцию. В приёмнике "Океан-214" вредит диодный огра-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ничитель на стыке первого и второго каскадов УПЧ ЧМ. Правильным нужно считать, если жёсткое ограничение осуществляется только после полноценной частотной селекции, тогда побочные сигналы не могут дать сбой этому процессу. Доработать тракт УПЧ ЧМ на заводской плате невозможно, и это было последней каплей для решения построить "с нуля" новый тракт.

После монтажа главной платы приёмник "запоёт" уже намного лучше, чем когда-нибудь, простая настройка диапазонов "на слух" уже даст хорошие впечатления от радиоприёма.

В нашем путешествии "по Океанам" и "времени" осталось посетить две достопримечательности — диапазонные планки (ДП) и УКВ-блок. Им посвящены последние два раздела. Ищем на "базарах" лакированные провода диаметрами 0,1, 0,15 и 0,2 мм для доработки катушек индуктивности. Идеально было бы найти посеребрённый медный провод диаметром 0,3 мм для обновления УКВ-индуктивностей, но можно использовать просто голый медный провод того же диаметра. Потребуются выводные конденсаторы (выводы длиной 10 мм с расстоянием между ними 5 мм) из керамики NP0 номиналами 10...470 пФ, особенно в интервале 120...330 пФ нужны номиналы мелким шагом (хотя бы ряд E12, желательно ряд E24). Можно выгодно приобрести целый набор конденсаторов, внимательно проверив их на тип керамики.

***От редакции**. Упомянутые в тексте материалы находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2023/09/okean-4.zip** на нашем FTP-сервере.*

НЧ-генератор синусоидальных сигналов на базе DDS AD9837A, микроконтроллера EFM8SB10 и цветного дисплея 0,96" с батарейным питанием

А. КУЗЬМИНОВ, г. Москва

Окончание. Начало см. в "Радио", 2023, № 8

Теперь о некоторых ключевых моментах программы. О выводе информации по интерфейсу SPI. Для вывода байта используется стандартная подпрограмма (**табл. 2**).

Таблица 2

```
void outspi(uint8_t byte) {
 SPI0DAT = byte; // вывод байта по SPI
 while (!SPI0CN0_SPIF); // ожидание окончания вывода байта
 SPI0CN0_SPIF = 0; // сброс флага окончания передачи
}
```

Таблица 3

```
void outdat(uint8_t byte) {
 DC = 1;
 CSD = 0;
 outspi(byte);
 CSD = 1;
}
```

Таблица 4

```
void outcmd(uint8_t byte) {
 DC = 0;
 CSD = 0;
 outspi(byte);
 CSD = 1;
}
```

Две подпрограммы вывода байта данных и байта команды в дисплей соответственно показаны в **табл. 3** и **табл. 4**.

Для вывода двухбайтного слова данных в дисплей используется совмещение двухбайтного числа U.US и массива с двумя элементами: U.UB[0] — старший байт и U.UB[1] — младший байт, которые, во-первых, перераспределяют одно и то же место в памяти МК, во-вторых, строго определяют друг друга, а именно — число U.US однозначно определяет числа U.UB[0] и U.UB[1], и наоборот (**табл. 5**).

Таблица 5

```
union {
 uint16_t US; // U.UB[0]- старший байт
 uint8_t UB[1]; // U.UB[1]- младший байт
} U; // U.US - двухбайтное uint16_t число
```

Сама подпрограмма вывода двухбайтного слова данных в дисплей показана в **табл. 6**.

Теперь по поводу вывода двухбайтного слова в DDS. Но сначала сделаем некоторое отступление относительно параметров интерфейса SPI. Он характеризуется следующими четырьмя параметрами: ведущий (Master)/ведомый (Slave), скоростью обмена (точнее, частотой сигнала тактирования SCK), полярностью (POL) и фазой (PHA) (см. рис. 9). Полярность определяет, какого уровня (низкого/высокого) сигнал SCK в неактивном состоянии, т. е. при отсутствии обмена (Low in idle state/High in idle state), а фаза — каким импульсом (первым/вторым) осуществляется стробирование первого бита данных (Data sample on first edge/Data sample on second edge).

Со стороны МК вывод информации по SPI в дисплей и DDS одинаков по трём параметрам: Master, частота им-

Таблица 6

```
void outdat16(uint16_t wor) {
 U.US = wor;
 DC = 1;
 CSD = 0;
 outspi(U.UB[0]); //старший байт
 outspi(U.UB[1]); //младший байт
 CSD = 1;
}
```


ИЗМЕРЕНИЯ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Таблица 7

```
void outspi16(uint16_t wor) {
 U.US = wor;
 SPI0CFG = SPI0CFG | 0x10; //IDLE_HIGN для AD9837
 CSAD = 0; //CSAD=0.
 outspi(U.UB[0]); //старший байт
 outspi(U.UB[1]); //младший байт
 CSAD = 1; //CSAD=1.
 SPI0CFG = SPI0CFG & 0xef; //IDLE_LOW для дисплея
}
```

пульсов SCK — около 2 МГц, фаза — первым импульсом SCK (Data sample on first edge). А вот полярность у них разная, а именно: для дисплея требуется низкий уровень SCK в неактивном состоянии (Low in idle state), а для DDS — высокий (High in idle state). Но поскольку львиная доля времени обмена по SPI происходит с дисплеем, в настройках (рис. 9) выбрана "дисплейная" полярность (Low in idle state). И перед обменом с DDS полярность переключается на "DDS", а после окончания обмена возвращается к "дисплейной". Для этого в регистре конфигурации SPI (SPI0CFG) меняется определённый бит.

Теперь, после этих пояснений, нетрудно понять подпрограмму вывода двухбайтного слова в DDS (**табл. 7**).

Программирование самого DDS очень простое и занимает всего несколько строк кода на C51.

Сначала о том, как вывести в DDS само значение частоты. Как указано в справочном листке (datasheet) на AD9837, численное значение частоты

Таблица 8

```
uint32_t F; // частота в герцах
```

представляется 28-разрядным кодом и вводится в DDS двумя двухбайтными (16-разрядными) словами. В первом слове в 14-ти его младших битах содержится 14 младших бит 28-разрядного кода, во втором, в его 14-ти младших битах, — 14 старших бит кода. А в двух старших битах обоих слов содержится управляющий код. Если, например, этот управляющий код равен 01b (012), то DDS будет воспринимать его следующим образом. Во-первых, будет выводиться синусоида (есть ещё прямоугольный и треугольный сигналы), во-вторых, численное значение частоты будет вводиться в нулевой регистр частоты (FREG0), а численное значение фазы (как правило, нулевое значение) — в нулевой регистр фазы (PHASE0). Есть ещё FREG1 и PHASE1, но их использование не требуется.

Пусть задано 32-разрядное (uint32_t) значение частоты F. Каким образом сформировать из этого числа два двухбайтных слова с указанным управляющим кодом для ввода в DDS? Сделать это достаточно просто.

Таблица 11

```
void BAT() {
 uint32_t accumulator = 0; // accumulator for averaging
 uint8_t measurements; // = 10; // measurement counter
 uint32_t result = 0;
 uint32_t mV; // measured voltage in mV
 for (measurements = 0; measurements < 10; measurements++) {
 // clear ADC0 conv. complete flag
 ADC0CN0_ADINT = 0;
 // Start a conversion by setting ADBUSY
 ADC0CN0_ADBUSY = 1;
 while (!ADC0CN0_ADINT); //wait conversionComplete
 accumulator += ADC0; // ADC0 Data Word Low Byte
 }
 result = accumulator / 10;

 //                        Vref (mV)
 // measurement (mV) = --------------- * result (bits)
 //                     (2^10)-1 (bits)
 mV = result * 6600 / 1023; //2*1650=3300 и *2 = 6600, т. к.
 // два резистора и повторитель на OPA333;0.5x gain => 2*1650
 if (mV < 3200) {
 //вывод пустого аккумулятора
 }
 if ((mV >= 3200) & (mV <= 3500)) {
 //вывод одного сегмента
 }
 if ((mV > 3500) & (mV <= 3800)) {
 //вывод двух сегментов
 }
 if (mV > 3800) {
 //вывод трёх сегментов
 }
}
```

Таблица 9

```
union {
 uint32_t FRL; // FR.FRS[0]- старшее uint16_t слово
 uint16_t FRS[1]; // FR.FRS[1]- младшее uint16_t слово
} FR; // FR.FRL - четырёхбайтное uint32_t число
```

Таблица 10

```
//Вывод частоты в DDS
 FR.FRL = F * 64;
 FR.FRL = FR.FRL << 2; //сдвиг всего числа uint32_t влево
 //на два бита
 FR.FRS[0] = (FR.FRS[0]) | 0x4000; //добавка двух старших бит
 //01b к старшему слову для FREG0
 FR.FRS[1] = ((FR.FRS[1]) >> 2) | 0x4000;//сдвиг младшего слова
 //вправо на два бита (восст.) и добавка двух старших бит 01b
 //к младшему слову
 outspi16(0x2108); // сброс DDS (стоп)
 outspi16(FR.FRS[1]); // вывод младшего слова частоты в FREG0
 outspi16(FR.FRS[0]); // вывод старшего слова частоты в FREG0
 outspi16(0xC000); // вывод PHASE0
 outspi16(0x2008); // выход из сброса (запуск)
```

Во-первых, определим это число F как 32-разрядное (**табл. 8**). Во-вторых, сделаем ещё одно совмещение (**табл. 9**).

В этом совмещении четырёхбайтное (uint32_t) число FR.FRL и два двухбайтных (uint16_t) числа FR.FRS[0] и FR.FRS[1] двухэлементного массива FRS[1] также перераспределяют одно и то же место в памяти МК и являются соответственно старшим и младшим словами числа FR.FRL.

Теперь, как указывалось выше (см. формулу (3)), заданное число F умножим на 64, а результат запишем в четырёхбайтное число FR.FRL вышеуказанного совмещения, т. е. FR.FRL = F*64. Если теперь сдвинуть 32-разрядное число FR.FRL влево на два бита, то в младшем слове FR.FRS[1] получим 14 младших бит 28-разрядного кода, только сдвинутых влево на два бита, а в старшем слове FR.FRS[0] — полностью 14 старших бит этого кода. Если сдвинуть младшее слово FR.FRS[1] вправо

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Таблица 12

```
sbit KN1 = P0 ^ 4; // правая кнопка
sbit KN2 = P0 ^ 5; // левая кнопка
```

Таблица 13

```
while (1) {
 if (!KN1) { // ждём нажатия на кнопку SB2
 while (!KN1);// ждём отпускания кнопки SB2
 ... // вывод на дисплей цифр и запуск/стоп
 break;
 }
 if (!KN2) { // ждём нажатия на кнопку SB1
 while (!KN2);// ждём отпускания кнопки SB1
 ... // вывод на дисплей режима
 break;
 }
 }
```

на два бита (т. е. восстановить сдвинутое влево значение), то в его 14-ти младших битах как раз и будет содержаться 14 младших бит 28-разрядного кода. Таким образом, оба слова FR.FRS[0] и FR.FRS[1] для вывода теперь подготовлены, и остаётся только добавить к ним два старших управляющих бита 01b (или 0x4000). Эту "добавку" можно, например, просто прибавить, но проще каждое из слов логически сложить (|) с числом 0x4000.

Таблица 15

```
// определение области экрана для заполнения
void SetWindow(uint8_t startX, uint8_t startY, uint8_t stopX, uint8_t stopY)
 {
 outcmd(0x2A);
 outdat(0x00);
 outdat(startX);
 outdat(0x00);
 outdat(stopX);
 outcmd(0x2B);
 outdat(0x00);
 outdat(startY);
 outdat(0x00);
 outdat(stopY);
}
```

Для вывода нулевого значения фазы в нулевой регистр фазы (PHASE0) требуется подать команду 0xC000 (см. справочный листок AD9837).

Несмотря на такое "пространное" объяснение, подпрограмма вывода в DDS заданной частоты занимает всего девять строк кода на C51 (**табл. 10**).

Таким образом, программирование DDS простое, а приведённая подпрограмма занимает ничтожное место в программной памяти МК.

Подпрограмма для измерения напряжения аккумулятора и вывода на дисплей состояния его заряженности также проста. Она десятикратно измеряет напряжение, поступающее на вход ADC0.1 (P0.1). МК усредняет его, сравнивает с порогами (3,2 В; 3,5 В и 3,8 В) и, в зависимости от этого напряжения, выводит на дисплей изображение аккумулятора с тем или иным числом сегментов. С необходимыми комментариями эта подпрограмма приведена ниже. Поскольку подпрограмма взята из одного из примеров работы АЦП, приведённых в среде Simplicity Studio, и адаптирована под настоящую задачу, некоторые комментарии оставлены в оригинальном виде. Вывод на дисплей опущен, поскольку более подробно о таком выводе написано далее. Учитывая заданную конфигурацию (см. рис. 11 и рис. 12), её достаточно просто понять (**табл. 11**).

Таблица 14

```
//-------------------------
#define BLACK 0x0000 //чёрный
//#define BLUE 0x001F //ярко-синий
#define BLUE 0x001c //синий
#define RED 0xF800 //красный
#define GREEN 0x07E0 //зелёный
#define CYAN 0x07FF //бирюзовый
#define MAGENTA 0xF81F //сиреневый
#define YELLOW 0xFFE0 //жёлтый
#define WHITE 0xFFFF //белый
```

Теперь по поводу того, как работает подпрограмма, определяющая состояния кнопок. Как можно увидеть из схемы на рис. 1, сигналы от кнопок, очищенные от дребезга, поступают на порты P0.4 и P0.5 МК, для чего в основной программе сделаны следующие назначения (**табл. 12**).

Отсутствие дребезга позволяет в подпрограмме, связанной с кнопками, легко определять их состояния всего двумя простыми командами, которые выполняются в бесконечном цикле (**while** (1)), выход из которого (**break**) осуществляется при нажатии и отпускании соответствующей кнопки (**табл. 13**).

Теперь по поводу вывода информации в дисплей.

Разрешение дисплея — 80 пикселов по вертикали (координата Y) и 160 пикселов по горизонтали (координата X). Каждый пиксел состоит из трёх подпикселов: красного (RED), зелёного (GREEN) и синего (BLUE) цветов. Вывод информации по SPI в каждый пиксел осуществляется двухбайтным (uint16_t) словом. Старшие пять бит этого слова определяют интенсивность красного цвета (если все они заполнены единицами, то интенсивность максимальна), младшие пять бит — синего, а средние шесть бит — зелёного. Цвета можно смешивать. Например, смешав красный и зелёный цвета, получим жёлтый, смешав зелёный и синий, получим бирюзовый (или цвет морской волны), а смешав красный и синий, — сиреневый. Если все биты

Таблица 16

```
// заливка всего дисплея цветом
void LCD_Fill(uint16_t color)
 {
 uint16_t i;
 SetWindow(26, 1, 105, 160); //160=159+1,105=79+26
 outcmd(0x2C);
 for (i = 0; i < 12800; i++) { //80*160=12800
 outdat16(color);
 }
 outcmd(0x2C);
}
```

Таблица 17

```
// подпрограмма инициализации и очистки ЖКИ
void CLS(void) {
 RES = 0;
 DEL1MS();
 RES = 1;
 DEL1MS();
 outcmd(0x01);
 DEL1MS();
 outcmd(0x11);
 DEL1MS();
 outcmd(0xb6);
 outdat(0x11); // 80x160
 outcmd(0xac);
 outdat(0x0b);
 outcmd(0x20+1); // Invert=1
 outcmd(0x3A);
 outdat(0x05); // режим цвета: 16 бит
 outcmd(0x36);
 outdat((0<<7)|(1<<6)|(0<<5)|(0<<4)|(1<<3)|(0<<2)|(0<<1)|(0<<0));
 //снизу вверх, справа налево, порядок цветов RGB
 LCD_Fill(BLUE);
 outcmd(0x2C); //запись в память
 outcmd(0x29); //включение дисплея
}
```

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

обнулить, получим чёрный цвет, а заполнив все биты единицами, — белый.

В **табл. 14** приведено определение цветов, используемых в программе.

Для того чтобы вывести информацию в дисплей, требуется установить границы окна, в которое будет осуществлён вывод. Другими словами, требуется установить начальные и конечные адреса по X (startX), (stopX) и начальные и конечные адреса по Y (startY), (stopY). Подпрограмма установки таких границ приведена в **табл. 15**.

Для того чтобы весь дисплей залить каким-либо цветом (color), можно использовать подпрограмму, приведённую в **табл. 16**.

Font Creator 1.2.0.0, которая формирует значения бит поля в зависимости от символа и шрифта. Главное состоит в том, что каждый пиксел подобных дисплеев соответствует одному биту. Но в нашем случае каждому пикселу соответствует не бит, а два байта, определяющих цвет пиксела. Если дальше проводить аналогию, то, исходя из разрешения дисплея 80×160 пикселов, такой дисплей можно рассматривать как состоящим из 160 столбцов шириной в один пиксел и десять строк шириной в восемь пикселов. Для ввода числового значения частоты понадобится пять цифр. В этом случае каждую цифру можно рассматривать состоящей из 28 столбцов шириной в четыре строки, которые располагаются в середине дисплея, а оставшиеся шесть строк распределить поровну для верхних и нижних символов по три строки, располагающиеся над и под цифрами. Тогда пять цифр займут 5 × 28 = 140 столбцов, и останется ещё 160 – 140 = 20 столбцов, которые можно использовать для ещё какого-либо символа. Таким образом, каждая цифра будет занимать поле в 32 × 28 = 896 пикселов, и в каждый пиксел потребуется записать по два байта цвета. Тогда общее число байт для каждой цифры будет равно 896 × 2 = 1792 байта, а для десяти цифр — 17920 байт (17,5 кБ). Приблизительно такое же число байт потребуется и для всех остальных символов, т. е. общее число байт для цифр и дополнительных символов будет как минимум около 35 кБ. Но память применённого МК всего 8 кБ, и естественно, такой объём информации (35 кБ) запомнить он не в состоянии.

Таблица 18

```
bdata uint8_t BYTEIO;
sbit BITIO = BYTEIO^0;

void OUT_CIF(uint8_t CIF, uint8_t MES, uint16_t color_sym, uint16_t color_fon)
 {
 uint8_t i, j, startY, stopY;
 uint16_t color;
 startY = 1 + MES * 28; //MES - место цифры (0-4)
 stopY = 27 + 1 + MES * 28;
 SetWindow(50, startY, 81, stopY);
 outcmd(0x2C);
 for (i = 0; i < 112; i++) {
 BYTEIO = MD1[CIF][i];
 for (j = 0; j < 8; j++) { //вывод символа
 color=(BITIO)?color_sym:color_fon;//BITIO=1/0 => color=color_sym/color_fon
 outdat16(color);
 BYTEIO >>= 1;
 }
 }
 outcmd(0x2C); // запись в память дисплея
}
```

Здесь необходимо добавить, что начальная граница для координаты X равна не 0, а 1, а начальная координата Y также не 0, а 26 (отсюда и числа координат, приведённые в комментариях подпрограммы). Кроме того, в дисплее координаты X и Y почему-то переставлены местами.

Подпрограмма инициализации и заливки всего дисплея синим цветом, с учётом вышеприведённых подпрограмм и определения цветов, приведена в **табл. 17**.

Теперь самое главное — каким образом вывести в дисплей какой-либо символ. Здесь можно привести аналогию с тем, как выводится символ в обычные дисплеи, например, OLED-1306, LCD Nokia 5110 [2] или E-ink-дисплей [3]. В программном смысле эти дисплеи состоят из так называемых строк шириной в восемь пикселов, соответствующих восьми битам или одному байту. Например, в LCD-5110 таких строк шесть (6 × 8 = 48 пикселов по вертикали), а в OLED-1306 таких строк восемь (8 × 8 = = 64 пиксела по вертикали). Помимо строк, имеются также так называемые столбцы. Таких столбцов 84 в LCD-5110 и 128 в OLED-1306. Столбцы располагаются (точнее, нумеруются) слева направо, т. е. по горизонтали. Каждый символ представляет собой прямоугольное поле пикселов определённого размера. Для вывода символов в эти дисплеи хорошо зарекомендовала себя довольно известная программа GLCD

Тогда возникает следующая идея. А нельзя ли запомнить только битовую составляющую каждого символа, как это делается для OLED, LCD или E-ink-дисплеев? Тем более что для них уже есть готовая программа GLCD Font Creator. Тогда, например, каждая цифра будет занимать уже 28 × 4 = 112 байт, десять цифр — 1120 байт, а все остальные символы — ещё столько же, т. е. общее число байт будет не более 2240, что для применённого МК уже вполне приемлемо. Далее можно побитно "просканировать" каждый байт символа и выяснить значение каждого бита. Если бит равен единице, то он принадлежит символу, если нулю, то это фон. А раз так, то, если бит равен единице, можно вывести в дисплей два байта цвета символа, а если нулю — два байта цвета фона. Но как побитно "просканировать" каждый байт? К счастью, сделать это довольно просто. В оперативной памяти МК есть область с так называемой побитовой адресацией, другими словами, к каждому биту байта из этой области памяти можно обратиться напрямую. Эта область памяти, именуемая как bdata, насчитывает 16 байт (нам хватит и одного). Обращение к каждому биту байта из этой области памяти производится так же, как и к битам портов МК.

Если сделать назначение bdata uint8_t BYTEIO, т. е. байт BYTEIO определить как байт из этой области памяти, то, например, к нулевому биту этого байта можно обратиться, сделав назначение sbit BITIO = BYTEIO^0, где BITIO и будет равен нулевому биту байта BYTEIO. Если далее сдвинуть байт BYTEIO вправо на один бит, то в BITIO попадёт уже первый бит этого байта. Таким образом, сдвигая байт BYTEIO вправо на один бит семь раз, можно узнать значение каждого бита, от нулевого до седьмого, т. е. все восемь бит. Далее, анализируя значение каждого бита, выводить в дисплей двухбайтное слово, соответствующее либо цвету символа (если бит равен единице), либо цвету фона (если бит равен нулю). Для этого можно, например, использовать тернарную условную операцию "?:" (тернарную, значит, тройную, т. е. состоящую из трёх операндов).

С учётом также довольно "пространного" объяснения и комментариев теперь достаточно просто понять подпрограмму, которая выводит в дисплей конкретную цифру (CIF) в конкретное место (MES) с учётом цвета символа (color_sym), цвета фона (color_fon), двумерного массива для цифр MD1[10][112], состоящего из десяти цифр (0—9), каждая из которых занимает, как указывалось выше, 112 байт и получена с использованием программы GLCD Font Creator 1.2.0.0. Для цифр использован шрифт Clarendon жирный, размер 31. Максимальная высота цифры — 30 пикселов, ширина — 26 пикселов, размер поля для цифры — 28×32, т. е. сверху, снизу, слева и справа установлены пробельные пикселы, чтобы цифры не сливались ни между собой, ни с символами сверху и снизу от них. Подпрограмма приведена в **табл. 18**.

Как можно заметить, приведённая подпрограмма весьма проста, а потому занимает очень мало места в программной памяти МК. Конечно, процессору МК, выводя каждый символ, придётся "поднапрячься", но, как говорят, он

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

"железный", вот и пусть поработает и отрабатывает энергию, которую ему поставляет аккумулятор. Для остальных символов используется аналогичная подпрограмма, но с меньшим разрешением каждого символа (20×24 пиксела). Поскольку для вывода символов в дисплей используется интерфейс SPI, работающий на скорости 2 Мбод, вывод каждого символа занимает тысячные доли секунды, и естественно, это происходит незаметно для глаз.

Приведённая подпрограмма ставит используемый дисплей по простоте вывода в один ряд с дисплеями LCD-5110 и OLED-1306, однако, по сравнению с ними, он имеет существенно большее разрешение, он цветной, очень яркий и, кроме того, как указывалось выше, уникально дёшев (около 100 руб.). Автор рекомендует его для использования не только в генераторе, но и в других разработках.

После трансляции всей программы МК для генератора в среде Simplisity Studio, в специальном окне, отражающем результат трансляции, появляется следующее сообщение (**табл. 19**).

текстолита толщиной 1,5 мм. Разводка платы сделана автором с помощью программы SprintLayOut v.6. Чертёж платы показан на **рис. 21**, а расположение элементов в масштабе 2:1 — на **рис. 22**. Детали размещены на обеих сторонах платы. На одной стороне расположены кварцевый резонатор ZQ1, подстроечный конденсатор C4, подстроечный резистор R10 и все разъёмы, кроме XP3. Все остальные элементы размещены на противоположной стороне платы. Из рисунков разведённой платы и её внешнего вида (**рис. 23**, **рис. 24**) можно заключить, что её разводка достаточно проста, а сама плата имеет размеры всего 21×40 мм.

Все отверстия на плате, кроме отверстий для подстроечного конденсатора и подстроечного резистора, — это переходные отверстия со слоя на слой. Если через них проходят штыри разъёмов и выводы кварцевого резонатора, их следует пропаять с двух сторон платы. Во все остальные переходные отверстия, отмеченные на рис. 22 чёрными точками, следует вставить тонкий лужёный медный провод и также пропаять его с двух сторон платы. Эта процедура позволяет не использовать металлизацию отверстий, технология которой в домашних условиях весьма проблематична, а потому неприемлема.

Прибор размещён в пластиковом корпусе размерами 85×65×33 мм с крышкой, привинченной четырьмя саморезами. Плата с одной стороны вставлена в разъём платы дисплея своим ответным разъёмом, с другой — приклеена к ней с помощью двух стоек, в результате чего получилась достаточно жёсткая и прочная конструкция. Сама плата дисплея приклеена к внутренней части корпуса с помощью двух полосок стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, которые приклеены к корпусу и к плате тонкой лентой с двусторонним липким слоем. Кроме того, плата прибора дополнительно укреплена двумя стойками, приклеенными к боковой поверхности корпуса такой же лентой (**рис. 25**). Аккумулятор приклеен к внутренней части корпуса пористой лентой с двусторонним липким слоем. Переключатели, кнопки и переменный резистор вставлены в отверстия на лицевой стороне корпуса и прикручены к нему соответствующими гайками. На переменный резистор и кнопки установлены соответствующие ручки. Для дисплея на лицевой стороне корпуса прорезано окно. Два аудиоразъёма и разъём для зарядки аккумулятора вставлены в отверстия на боковых сторонах корпуса и прикручены к нему соответствующими гайками (**рис. 26**, **рис. 27**). Для того чтобы корпус не скользил, на крышке, являющейся дном, установлены четыре резиновые самоклеящиеся ножки (**рис. 28**).

Таблица 19

```
Program Size: data=45.0 xdata=0 const=1900 code=2350
LX51 RUN COMPLETE. 0 WARNING(S), 0 ERROR(S)
Finished building target: EFM8SB10F8G-A-QFN20_9.omf
```

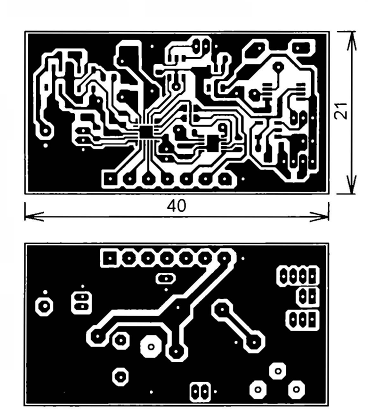
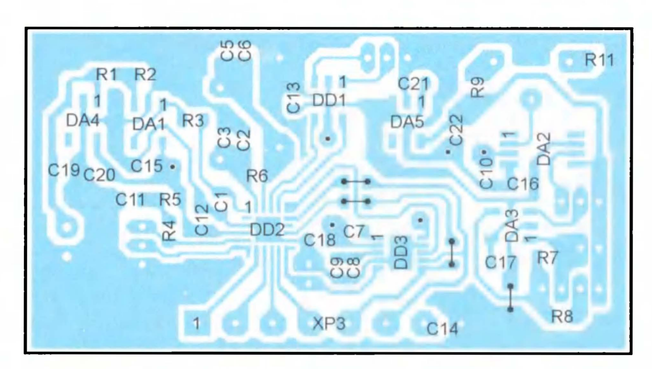


Рис. 21



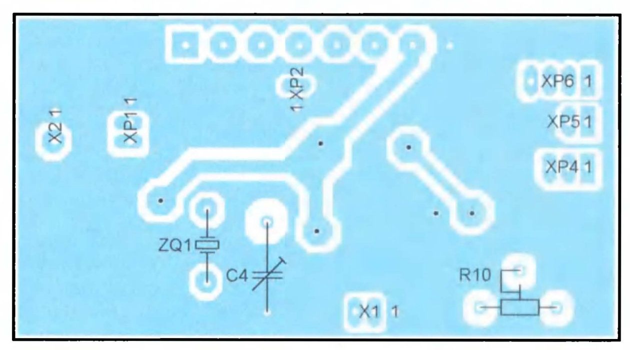
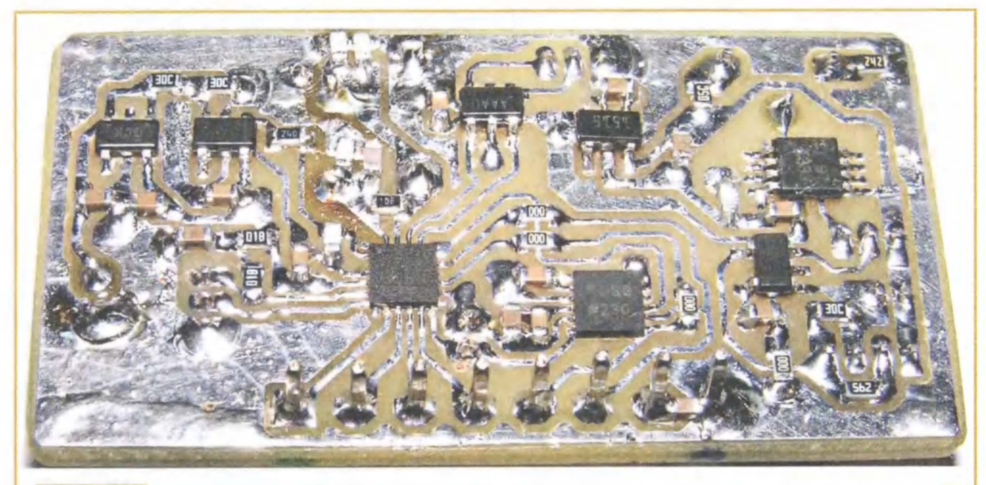


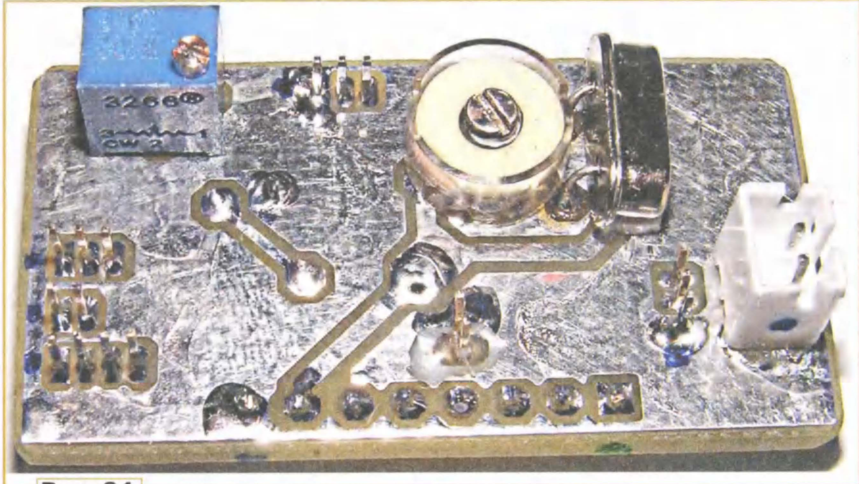
Рис. 22

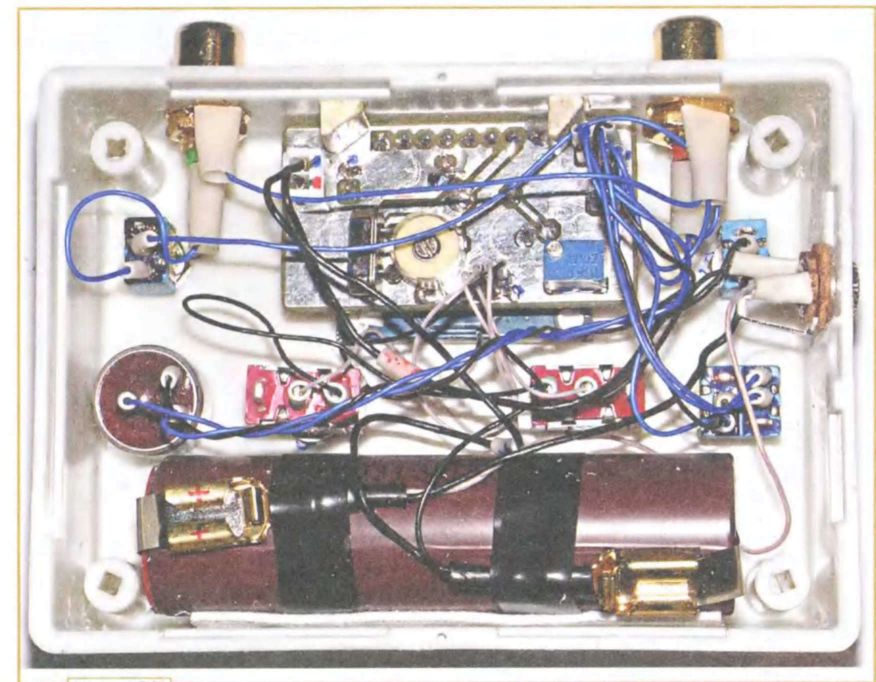
Из этого сообщения следует, что программа использует менее половины (всего 45 байт) внутренней оперативной памяти с прямой адресацией (data=45.0), размер которой 128 байт, внешняя дополнительная оперативная память с косвенной адресацией размером 512 байт не используется вообще (xdata=0), размер кодовой части программы — 2350 байт (code=2350) плюс константы 1900 байт (const=1900) в сумме составляют 2350 + 1900 = 4250 байт ≈ ≈ 4,15 кБ, т. е. около половины максимального размера программной памяти для МК, равного 8 кБ. Программа использует так называемую small-model, где все данные располагаются в памяти с прямой адресацией (data) и которая работает наиболее быстро.

Устройство собрано на плате из фольгированного с двух сторон стекло-

Левый верхний тумблер (см. рис. 27) — выключатель питания. В верхнем положении питание включено, в нижнем — выключено. Левый нижний тумблер — переключатель коэффициента усиления K_y. В нижнем положении тумблера $K_y = 1$, в верхнем $K_y = 4{,}57$. Правый тумблер в верхнем положении подключает


Рис. 23


Рис. 24


Рис. 25

выходной сигнал прибора к разъёму зелёного цвета (см. рис. 26), в нижнем — отключает. На ручке переменного резистора (см. рис. 27) имеются носик и белая точка, которые позволяют приблизительно определить положение этого регулятора амплитуды выходного сигнала.

Налаживание генератора состоит из двух пунктов: установки нуля выходного напряжения генератора в режиме сброса с помощью подстроечного резистора R10 и установки тактовой частоты 4,194304 МГц подстроечным конденсатором С4 (см. рис. 1).

Сначала об установке нуля выходного напряжения. К выходному разъёму RCA X1 на рис. 4 (разъём красного цвета на рис. 26) необходимо подключить цифровой вольтметр или цифровой мультиметр. Следует переключить предел измерения постоянного напряжения в мультиметре на минимальное значение в милливольтах. Включают прибор, переключают левый нижний тумблер в нижнее положение (единичный коэффициент усиления) и, вращая движок подстроечного резистора отвёрткой, желательно с керамическим наконечником, в ту или иную сторону, добиваются нулевого показания мультиметра. Автор использовал мультиметр на милливольтовом диапазоне с одним разрядом после запятой. Показания при правильной установке — 000,0 мВ. Далее переключают тумблер в верхнее положение (коэффициент усиления 4,57). Подстраивают ноль, вращая движок подстроечного резистора до показания мультиметра, равного 000,0 мВ. Если после этого переключить тумблер в нижнее положение и ноль в показаниях тестера останется, то установка нуля считается законченной.

Теперь об установке тактовой частоты МК. Здесь следует сделать некоторое отступление относительно ёмкости конденсаторов С2, С3 и С5, С6 на рис. 1. Как правило, если обозначить эти ёмкости как C_g, нагрузочную ёмкость кварцевого резонатора, указанную в его документации как C_L, а паразитную ёмкость как C_S (это обычно 3...5 пФ, среднее значение — 4 пФ), то для расчёта C_g используется следующая эмпирическая формула:

$$C_g = 2 \times (C_L - C_S). \quad (7)$$

Если, например, C_L = 35 пФ (как в кварцевом резонаторе, применённом автором), по формуле (7) C_g = 2 × (35 – 4)= = 62 пФ. В связи с этим на рис. 1 ёмкости конденсаторов С2 = 62 пФ и С5 = 56 пФ, а добавочные конденсаторы ёмкостью С3 = 3,6 пФ, С6 = 5,6 пФ. Кроме того, ёмкость подстроечного конденсатора С4 варьируется в пределах 1...5 пФ.

Подключают частотомер к прибору кабелем, один конец которого соединяют с разъёмом XP2 на рис. 1, а второй, с разъёмом BNC, — к входу частотомера. Автор использовал прецизионный частотомер Ч3-57 (который несколько раз поверялся в Ростесте). Включают прибор и, вращая ротор под-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 9, 2023


Рис. 26



Рис. 27

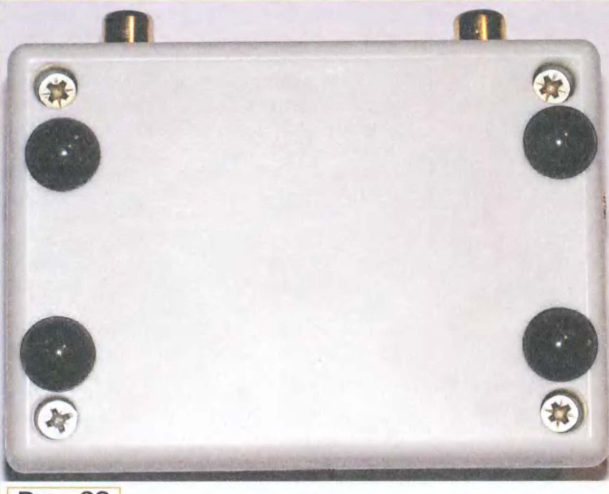


Рис. 28



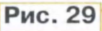

Рис. 29



Рис. 30

строечного конденсатора С4 отвёрткой, желательно с керамическим наконечником, добиваются показания частотомера 4194304 Гц (**рис. 29**). В частотомере Ч3-57 имеются несколько интервалов времени T, при которых измеряется частота. В частности, есть два интервала T: T = 1 с и T = 10 с. На пределе T = 1 с необходимо добиться показания частотомера 4194,304 кГц. В принципе, на этом можно и закончить налаживание, однако, потратив ещё немного времени и переключив предел на T = 10 с, можно добиться более точных показаний. В этом случае, в связи с ограниченной разрядностью, левая цифра ("4") исчезает, зато появляется четвёртая цифра после запятой, и показания частотомера становятся 194,3040 кГц (**рис. 30**), хотя, конечно, такая точность не обязательна. На этом настройка тактовой частоты заканчивается.

Как уже упоминалось выше, для зарядки аккумулятора используется специальная плата на основе микросхемы TC4056A, оборудованная разъёмом MicroUSB для подключения к ней зарядного устройства телефона с выходным напряжением 5 В. Здесь следует заметить, что на плате с TC4056A по умолчанию установлено максимальное значение зарядного тока 1 А. Такой ток обеспечивают далеко не все

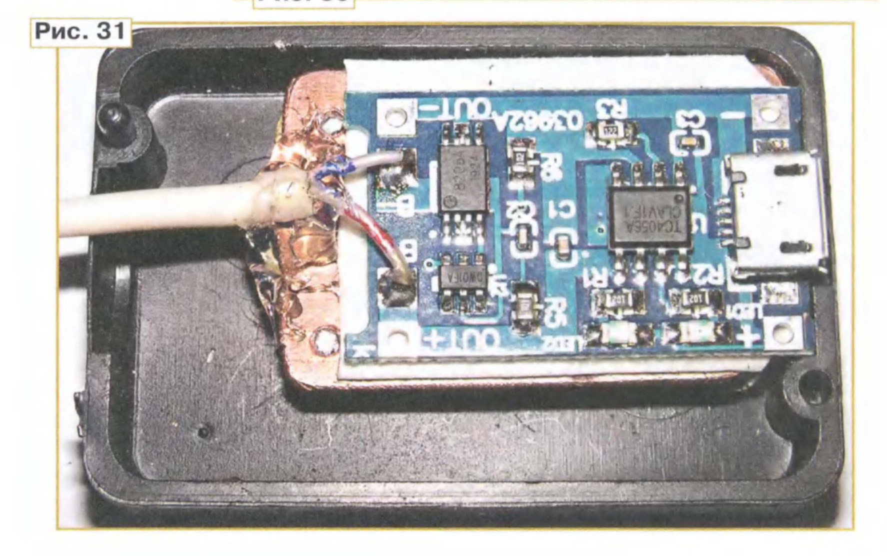
Рис. 31




Рис. 32

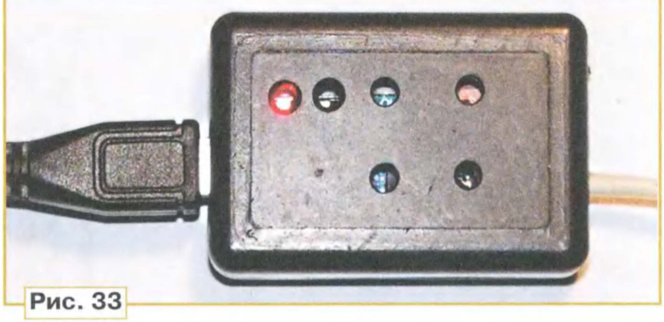


Рис. 33

зарядные устройства для телефона. Кроме того, при токе 1 А плата с TC4056A сильно нагревается и может выйти из строя от перегрева. Поэтому, если использовать зарядку для телефона (или, например, для зарядки аккумуляторов IQOS), обеспечивающую ток 1 А или более, плату необходимо установить на теплоотвод. Для этого автор использовал миниатюрный корпус размерами 45×30×16 мм, состоящий из двух половин, которые защёлкиваются между собой (**рис. 31**). В одну часть корпуса в качестве теплоотвода установлена медная пластина толщиной 2 мм и размерами, несколько большими, чем сама плата. Эта пластина привинчена к корпусу четырьмя винтами М2, для чего в ней просверлены отверстия и нарезана соответствующая резьба. Чтобы пластина не касалась корпуса, между пластиной и корпусом в качестве толстых шайб установлены четыре гайки М3. Плата приклеена к пластине гибкой термопрокладкой с двусторонним липким слоем, она белого цвета на рис. 31. К выходным контактам платы припаян двухпроводный кабель, который дополнительно укреплён каплей термоклея, а на другом его конце установлен аудиоразъём — штекер моно 2,5 мм, который подключают к разъёму прибора (**рис. 32**). Для разъёма USB в верхней половине корпуса прорезано небольшое окно. Для доступа воздуха внутрь корпуса в обеих его половинах просверлены по четыре отверстия. Кроме того, для того чтобы наблюдать за процессом зарядки, на плате расположены два светодиода — красного и синего цветов, а в корпусе просверлены ещё два отверстия как раз над этими светодиодами, чтобы их можно было увидеть. Когда идёт процесс зарядки, горит красный светодиод (**рис. 33**). По окончании зарядки красный светодиод гаснет, и зажигается синий (см. рис. 32).

Если же зарядка для телефона обеспечивает ток не более 0,5 А, то теплоотвод не нужен, поскольку в этом случае нагрев платы небольшой, правда, время зарядки аккумулятора будет существенно больше.

При включении прибора на дисплее появляется изображение, показанное на **рис. 34**. Цифра "0" является активной, о чём свидетельствуют её белый цвет и чёрный фон. Остальные четыре нуля — бирюзового цвета на синем фоне. Справа расположена так называемая радиокнопка белого цвета с белым кружком внутри, который свидетельствует о её активном состоянии, т. е. о том, что идёт набор цифр числового значения частоты. Сверху расположены символы "Гц", которые указывают, что размерность числового значения частоты — герцы.

Предположим, требуется набрать частоту 12345 Гц. Нажимаем и отпускаем (в дальнейшем слово "отпускаем" имеется в виду) левую кнопку, и левая цифра становится равной "1" (**рис. 35**). Далее нажимаем на правую кнопку, цифра "1" становится зелёной на синем фоне, что свидетельствует о том, что эта цифра набрана, а курсор (чёрное поле) перемещается на второе место — на следующий, второй "ноль", который становится белым (**рис. 36**). Далее нажимаем на левую кнопку два раза, после чего появляется цифра "2" белого цвета на чёрном фоне (**рис. 37**). Далее нажимаем на правую кнопку, цифра "2" становится зелёной, а курсор перемещается на следующую (третью) позицию (**рис. 38**). Аналогичным образом набираем оставшиеся

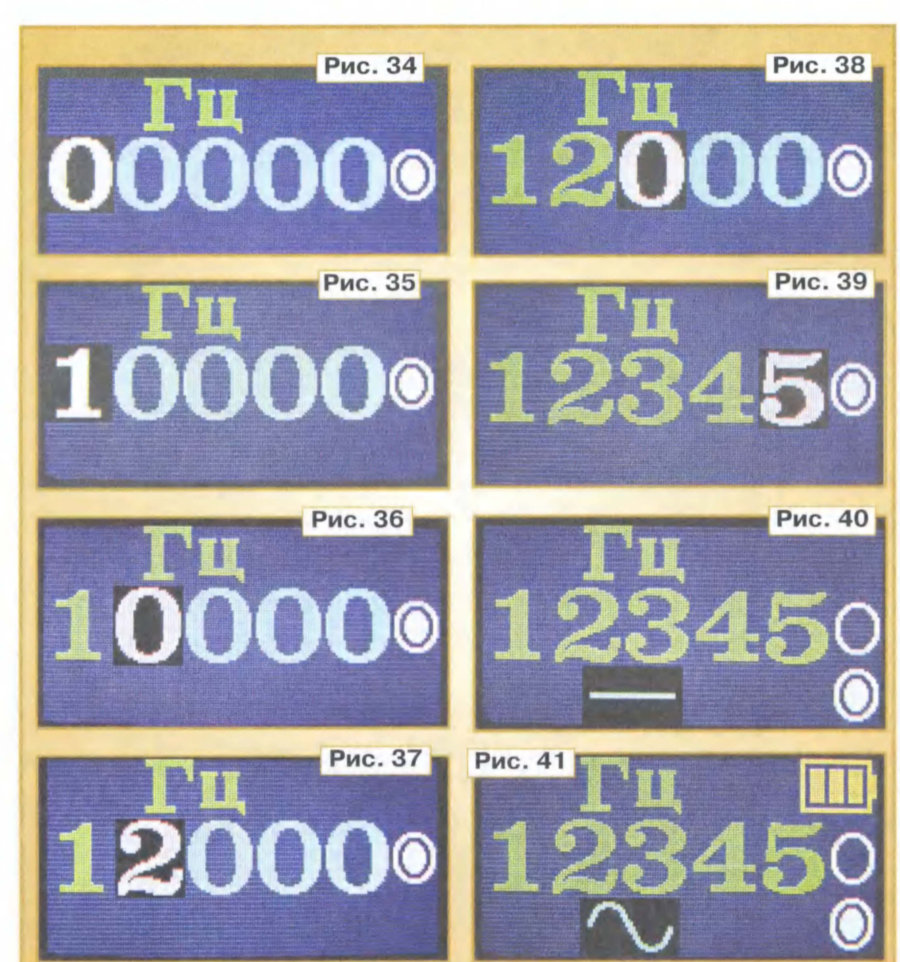


Рис. 34 Рис. 35 Рис. 36 Рис. 37 Рис. 38 Рис. 39 Рис. 40 Рис. 41

РАДИО®
ИЗМЕРЕНИЯ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 9, 2023

Рис. 42

Рис. 43

Рис. 44

Рис. 45

Рис. 46

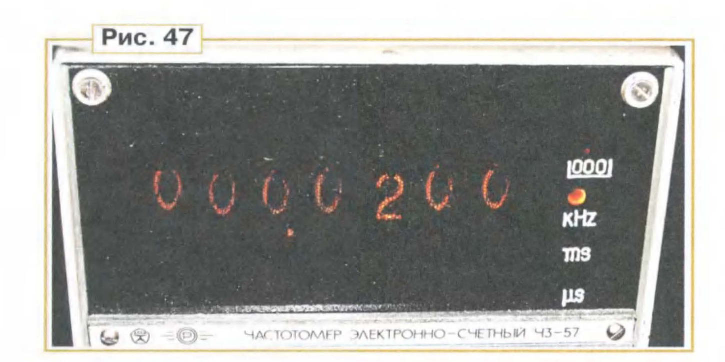


Рис. 47

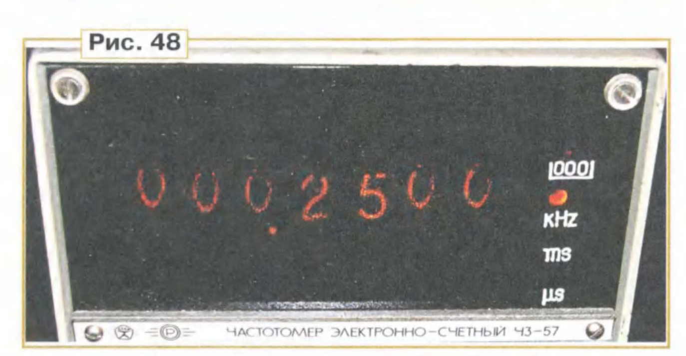


Рис. 48



Рис. 49



Рис. 50



Рис. 51

цифры ("3", "4" и "5"). После того как набрана последняя цифра "5" (**рис. 39**), нажимаем на правую кнопку, и все цифры становятся зелёными, верхняя радиокнопка становится неактивной (без кружка внутри), появляется нижняя радиокнопка в активном состоянии (с кружком внутри), а слева от неё — длинная черта бирюзового цвета на чёрном фоне, свидетельствующая о том, что сигнал на выходе генератора отсутствует (**рис. 40**). Далее нажимаем на левую кнопку, после чего вместо черты появляется символ синусоиды, свидетельствующий о том, что генератор запущен, и сигнал появился на выходе генератора. Кроме того, в правом верхнем углу появляется символ аккумулятора жёлтого цвета с тремя сегментами, свидетельствующими о том, что аккумулятор полностью заряжен (**рис. 41**). Если ещё раз нажать на левую кнопку, генератор остановится (см. рис. 40). Таким обра-



Рис. 52

зом, нажимая на левую кнопку, можно сколько угодно раз запускать и останавливать генератор. Но если нажать на правую кнопку, генератор будет остановлен, все цифры обнулены, и будет осуществлён возврат к началу набора цифр (см. рис. 34).

Как видно из вышеизложенного, управление генератором весьма простое. Ниже приведены результаты измерений параметров выходного сигнала генератора как по частоте, так и по форме.

Сравнение числового значения частоты, набранной на приборе (**рис. 42—рис. 46**), и частоты реального выходного сигнала, измеренной частотомером (**рис. 47—рис. 51**), показывает, что они полностью совпадают. Этот результат — следствие точной настройки частоты кварцевого резонатора 4,194304 МГц.

Что касается формы выходного сигнала генератора, то она может быть оценена, по крайней мере, по трём параметрам.

Во-первых, этот сигнал можно оценить чисто визуально с помощью аналогового осциллографа. Как видно из **рис. 52**, сигнал очень похож на синусоидальный, но главное состоит в том, что в нём отсутствуют какие-либо "зазубрины", присущие цифровым сигналам, т. е. сигнал — гладкая функция. Кстати, несмотря на субъективность визуального наблюдения, даже незначительные отклонения формы сигнала от синусоидальной весьма заметны. Так что подобную оценку сигнала на синусоидальность нельзя сбрасывать со счетов.

Во-вторых, синусоидальность сигнала легко проверяется по его спектру. Если в спектре сигнала присутствует единственный пик на соответствующей частоте и отсутствуют какие-либо составляющие, присущие, например, спектру прямоугольного или треугольного меандра, однозначно можно констатировать, что сигнал синусоидальный. Для оценки спектра сигнал с генератора был подан на цифровой осциллограф (**рис. 53**) с открытым входом, т. е. пропускающим постоянную составляющую сигнала, что отмечено значком черты и несколькими точками над ней в левой нижней части экрана слева от буквы F. На снимках экрана представлены как сами осциллограммы сигналов (жёлтого цвета) с разрешением по вертикали 0,5 В/дел. (надпись "500mV" жёлтого цвета в левой нижней части экрана), так и их спектры, рассчитанные с помощью быстрого преобразования Фурье — БПФ (fast Fourier transform — FFT) — сиреневого цвета. Как видно, спектры сигналов на частотах 20 Гц (рис. 53), 1 кГц (**рис. 54**) и 20 кГц (**рис. 55**) имеют единственный пик на соответствующей частоте. Дополнительные лепестки рядом с этим пиком, а также дополнительные пики на других частотах, кроме основных, на спектрах, как можно заметить, отсутствуют. Кроме того, хотя осциллограммы сигнала имеют "зазубрины", что является следствием не самого сигнала, а его представления на экране цифрового осциллографа, форма сигнала визуально близка к синусоидальной. А вот для сигнала частотой 60 кГц, как видно из **рис. 56**, на спектре присутствуют несколько пиков на иных частотах, чем основная. К тому же в левой части спектра имеется довольно значительный пик на нулевой частоте, это означает, что в сигнале присутствует постоянная составляющая. Осциллограмма сигнала, как можно заметить, также существенно отличается от синусоидальной; она

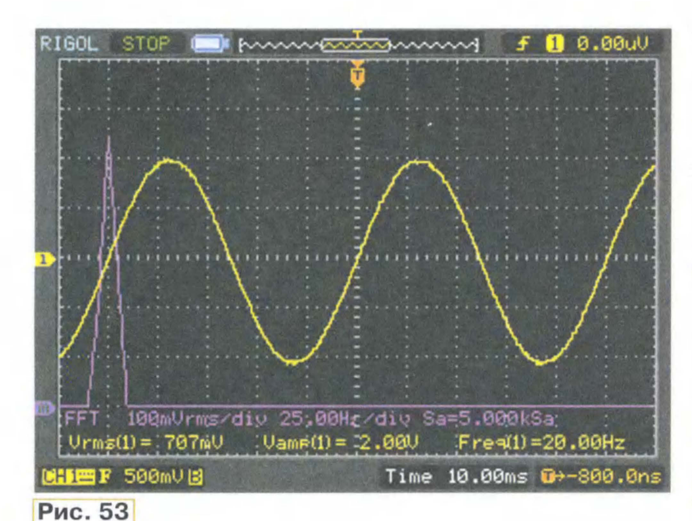


Рис. 53

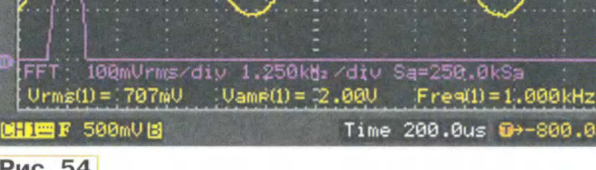


Рис. 54

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

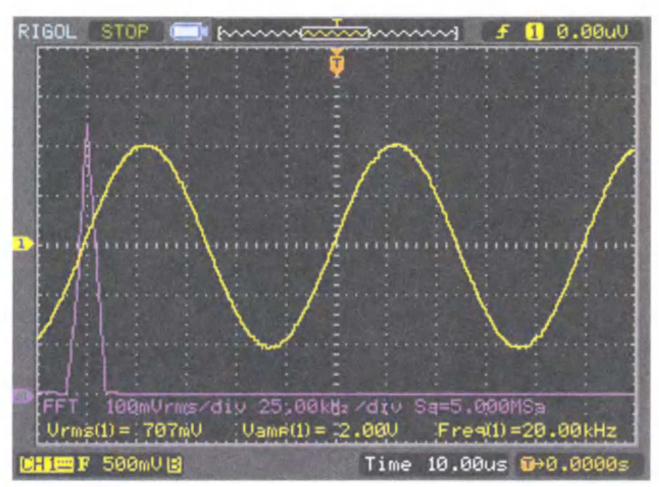
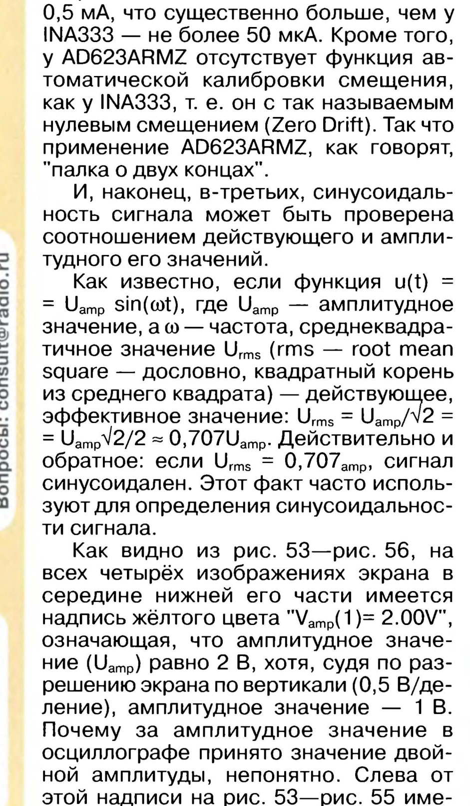


Рис. 55

Рис. 56



больше напоминает треугольный сигнал, который дополнительно сдвинут вверх на небольшую постоянную составляющую. Это является следствием не искажения выходного сигнала DDS (он синусоидален вплоть до 100 кГц, что проверено автором), а искажениями ИУ DA2 (см. рис. 1), который является низкочастотным и сигналы свыше 25...30 кГц уже воспроизводит с искажениями. Для расширения частотного диапазона (свыше 20 кГц и вплоть до 100 кГц) вместо INA333 можно использовать более высокочастотный ИУ AD623ARMZ, который полностью совместим по выводам с ИУ INA333 и имеет тот же корпус (MSOP8). Однако потребление тока AD623ARMZ — около 0,5 мА, что существенно больше, чем у INA333 — не более 50 мкА. Кроме того, у AD623ARMZ отсутствует функция автоматической калибровки смещения, как у INA333, т. е. он с так называемым нулевым смещением (Zero Drift). Так что применение AD623ARMZ, как говорят, "палка о двух концах".

И, наконец, в-третьих, синусоидальность сигнала может быть проверена соотношением действующего и амплитудного его значений.

Как известно, если функция u(t) = $= U_{amp} \sin(\omega t)$, где U_{amp} — амплитудное значение, а ω — частота, среднеквадратичное значение U_{rms} (rms — root mean square — дословно, квадратный корень из среднего квадрата) — действующее, эффективное значение: $U_{rms} = U_{amp}/\sqrt{2} = U_{amp}\sqrt{2}/2 \approx 0{,}707U_{amp}$. Действительно и обратное: если $U_{rms} = 0{,}707_{amp}$, сигнал синусоидален. Этот факт часто используют для определения синусоидальности сигнала.

Как видно из рис. 53—рис. 56, на всех четырёх изображениях экрана в середине нижней его части имеется надпись жёлтого цвета "V_{amp}(1)= 2.00V", означающая, что амплитудное значение (U_{amp}) равно 2 В, хотя, судя по разрешению экрана по вертикали (0,5 В/деление), амплитудное значение — 1 В. Почему за амплитудное значение в осциллографе принято значение двойной амплитуды, непонятно. Слева от этой надписи на рис. 53—рис. 55 имеется другая надпись "V_{rms}(1)= 707mV", которая означает, что действующее значение U_{rms} = 0,707 В. На основании этого можно констатировать, что $U_{rms} = 0{,}707U_{amp}$, или, другими словами, сигнал синусоидален. На рис. 56, как можно заметить, "V_{rms}(1)= 745mV", поэтому $U_{rms} = 0{,}745U_{amp}$, что указывает на несинусоидальность этого сигнала, что и так заметно по осциллограмме.

Итак, резюмируя вышеизложенное, можно констатировать: результаты измерений показывают, что частота, набранная на приборе, точно соответствует измеренной, а сигнал синусоидален.

Применение малопотребляющих и микропотребляющих микросхем позволило сконструировать недорогой генератор синусоидальных сигналов звукового диапазона с питанием от аккумулятора напряжением 3,6 В ёмкостью 3 А·ч, обеспечивающим непрерывную работу прибора до 150 ч без подзарядки. Отсутствие сетевого источника питания гарантирует чистоту выходного сигнала генератора, свободного от сетевых или ВЧ-помех. Простота набора частоты с помощью всего двух кнопок, высокая яркость цветного ЖК-дисплея 0,96" с IPS-матрицей и разрешением 80×160 пикселов способствовали удобству работы с прибором, а его небольшой корпус (85×65×33 мм) и масса дали возможность брать его с собой для работы, как говорят, "в полевых условиях".

ЛИТЕРАТУРА

2. **Кузьминов А.** Цифровой вольтметр с шестью значащими цифрами. — Радио, 2020, № 9, с. 18—24.

3. **Кузьминов А.** Барометр-термометр-гигрометр с DES E-ink-дисплеем и гистограммой изменения давления за неделю. — Радио, 2023, № 4, с. 19—23.

*От редакции. Файлы для программирования микроконтроллера и чертёж печатной платы находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2023/09/low_frequency_generator.zip** на нашем ftp-сервере.*

Вариант удлинителя ПДУ или просмотр "цифры" на старом телевизоре

А. ШУМИЛОВ, г. Архангельск

Сегодня во многих квартирах имеется как минимум два телевизора: один — в гостиной (далее — ТВ-1), другой — на кухне (далее — ТВ-2). Бывают случаи, когда ТВ-1 подключён к сети кабельного или спутникового цифрового телевещания (180 и более каналов), а ТВ-2 — к кабельному аналоговому телевещанию (20—23 канала) или к телевизионной приставке DVB-T2 (20 каналов).

Часто возникает ситуация, когда только по "цифре" идёт интересный фильм или телепередача, но приходится в это время быть на кухне, приготавливая или принимая еду. А фильм или телепередачу так хочется посмотреть...

Частично такая проблема решается изготовлением удлинителя ПДУ [1, 2]. При пользовании таким удлинителем, к сожалению, приходится располагать фотодиод удлинителя ПДУ и излучатель используемого ПДУ рядом, на расстоянии не более 5 см. При этом излучатель ПДУ должен быть направлен строго на фотодиод удлинителя ПДУ, иначе устройство не сработает. К тому же, например, удлинитель ПДУ [2] работает ненадёжно, возможно, сигнал должным образом не усилен.

К тому же, если ТВ-1 подключён только к сети кабельного цифрового телевещания, а ТВ-2 — старый кинескопный аналоговый, попутно ещё возникает проблема по передаче звука и изображения с ТВ-1 на ТВ-2. В таком случае следует решить две задачи: управление ТВ-1 через стену на расстоянии 5...20 м с помощью запасного (или совместимого с ТВ-1) ПДУ-1 и передачу сигналов звука и изображения с ТВ-1 на ТВ-2.

Первую задачу можно решить, если вместо фотодиода в таком удлинителе ПДУ применить инфракрасный приёмник (далее — ИКП), например TSOP1238 [3] или подобный, а также применить генератор несущей частоты 36...37 кГц, формирующий импульсы заполнения положительной полярности [4].

Предлагаемый удлинитель позволяет принимать сигнал ПДУ на расстоянии нескольких метров, даже под углом 45...70 градусов к ИКП удлинителя, передавать этот сигнал на расстояние не менее 20 метров по двухпроводной линии и способен работать как с любым телевизором с ИКП, так и с телевизионной приставкой DVB-T2. Схема такого варианта удлинителя ПДУ (далее — устройство) представлена на **рис. 1**.

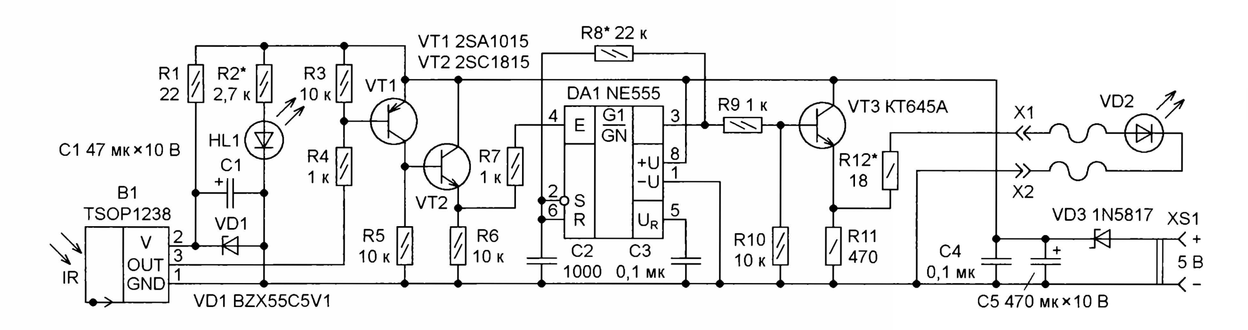


Рис. 1

Про генератор прямоугольных импульсов, применённый в устройстве, следует сказать особо. Он выполнен на интегральном таймере NE555 (DA1). Эта микросхема [5, 6] выбрана из-за малого размера корпуса (DIP-8) и малого числа элементов обвязки (один резистор и два конденсатора).

Устройство работает так. При подаче напряжения питания загорается светодиод HL1 — индикатор включения питания. Устройство готово к работе. При нажатии на кнопки ПДУ-1 поступает ИК-сигнал на ИКП B1, далее импульсы тока, усиленные транзисторами VT1 и VT2, через резистор R7 подаются на вывод 4 микросхемы DA1. Этот усиленный импульсный сигнал включает генератор, настроенный на несущую частоту 36...37 кГц, причём продолжительность генерации равна длительности управляющего импульса. При отсутствии импульса от ПДУ генерация прекращается. Таким образом, на выходе микросхемы DA1 (вывод 3) получается сигнал, подобный исходному модулированному сигналу от ПДУ. В этом сигнале присутствуют как управляющие импульсы с ПДУ, так и несущая частота 36...37 кГц. Далее этот сигнал через резистор R9 поступает на вход эмиттерного повторителя на транзисторе VT3, с выхода которого через токоограничивающий резистор R12 по двухпроводной соединительной линии подаётся на излучающий диод инфракрасного диапазона VD2, установленный недалеко от ТВ-1 и передающий на его ИКП сигнал от ПДУ-1.

Стабилитрон VD1 защищает ИКП B1 от случайной подачи запредельного напряжения и в нормальных условиях не оказывает влияния на работу устройства. Резистор R1 и конденсатор C1 образуют помехоподавляющий RC-фильтр. Диод VD3 и конденсаторы C4 и C5 также фильтруют возможные помехи и возможную переменную составляющую напряжения питания. Попутно диод VD3 защищает устройство от случайного изменения полярности напряжения питания. Резистор R2 ограничивает ток через индикаторный светодиод HL1. Резистор R12 ограничивает ток через излучающий ИК-диод VD2.

В устройстве можно использовать вместо транзистора 2SA1015 (VT1) любой кремниевый маломощный структуры p-n-p, например, 2SA1266, 2SA1267, 2SA733, любой из серии КТ361 или КТ3107 и их аналоги с максимально допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 10 В и мак-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

симальным током коллектора не менее 50 мА, в том числе транзисторы для поверхностного монтажа, например, 2SA1015LT1, BC856, BC857. Вместо транзистора 2SC1815 (VT2) можно использовать любой кремниевый маломощный структуры n-p-n, например, 2SC3198, 2SC3199, 2SC945, любой из серии КТ315 или КТ3102 и их аналоги с максимально допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 10 В и максимальным током коллектора не менее 50 мА, в том числе транзисторы для поверхностного монтажа, например, BC846, BC847. Вместо транзистора КТ645А (VT3) можно использовать любой кремниевый малой и средней мощности структуры n-p-n с максимально допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 10 В и максимальным током коллектора не менее 200 мА. Например, в процессе эксперимента на место транзистора VT3 устанавливались 2N3904, КТ815А, КТ972А, 2SC1384. Микросхема DA1 — любая из серии xx555 (отечественный аналог — КР1006ВИ1). Вывод 7 DA1 не задействован. Стабилитрон VD1 — маломощный с напряжением стабилизации 5,1 В. Светодиод HL1 — любого цвета свечения на напряжение 1,5...3,5 В. Применяемые резисторы — МЛТ или подобные, в том числе для поверхностного монтажа соответствующей мощности. Сопротивление резистора R1 может быть 10...47 Ом; R3, R5, R6, R10 — 10...15 кОм, ёмкость конденсатора C1 — 10...100 мкФ, C4 — 0,1...0,47 мкФ, C5 — 220...470 мкФ. В качестве частотозадающего конденсатора C2 желательно применить КМ-5 или подобный.

Токоограничивающий резистор R2 подбирается по оптимальной яркости свечения светодиода HL1 и с таким расчётом, чтобы ток через этот светодиод не превысил 10 мА. Токоограничивающий резистор R12 также подбирается с таким расчётом, чтобы при нажатии на кнопку ПДУ максимальный ток через излучающий диод VD2 не превысил предельно допустимое значение для конкретного применённого ИК-диода. Средний ток через применённый в этом устройстве плоский ИК-диод неизвестной марки (взят от старой шариковой компьютерной "мыши"), ввиду отсутствия какой-либо документации на этот ИК-диод, был экспериментально установлен на минимальном уровне 10 мА при гарантированном чётком срабатывании устройства, в связи с чем и было подобрано оптимальное сопротивление резистора R12 (18 Ом) с учётом сопротивления соединительного провода длиной 8,5 метра. Для установки оптимального режима работы конкретного используемого ИК-диода следует временно установить на место резистора R12 подстроечный резистор сопротивлением не менее 100 Ом (в реостатном включении) последовательно с миллиамперметром. Аналогично следует подобрать и оптимальное сопротивление резистора R2 (с помощью подстроечного резистора сопротивлением 3,3 кОм). На месте VD2 можно применить как аналогичный излучающий диод от старой шариковой компьютерной "мыши", так и исправный излучающий диод от нерабочего и не подлежащего ремонту ПДУ. Можно применить и подобные излучающие ИК-диоды отечественного производства, например, из серий АЛ106, АЛ107, АЛ108, АЛ147, АЛ156 и т. п. Временно для визуальной индикации работоспособности устройства вместо излучающего ИК-диода следует подключить обычный светодиод видимого свечения на номинальное напряжение 1,5...3,5 В с последовательно подключённым резистором сопротивлением 1...2 кОм. Вместо диода 1N5817 (VD3) можно применить любой маломощный диод Шоттки, например, 1N5818, 1N5819, SB140A или любой из серии SS12...SS19 для поверхностного монтажа с максимальным током не менее 200 мА и падением напряжения 150...200 мВ. Если на 100 % уверены, что не перепутаете полярность подключения питания, то диод VD3 можно заменить перемычкой.

Налаживание генератора заключается в подборе частоты сигнала приблизительно 37 кГц на выходе (выводе 3) микросхемы DA1 путём подборки резистора R8. Перед налаживанием генератора следует временно соединить вывод 4 микросхемы DA1 с плюсовой линией питания и установить на место резистора R8 подстроечный или переменный резистор сопротивлением 33 кОм в реостатном включении (движок резистора — в среднем положении). После установки нужной частоты генератора следует измерить сопротивление этого резистора и установить на место резистора R8 один-два постоянных резистора такого же или близкого суммарного сопротивления. В авторском варианте устройства сопротивление резистора R8 — 23,1 кОм. Для удобства подбора резисторов R2, R8 и R12 желательно на месте их установки поставить стойки высотой 10...15 мм из облуженного одножильного монтажного провода, а уже к этим стойкам припаивать вышеупомянутые резисторы. Для гарантии качественного паяного соединения таких стоек и резисторов R2, R8 и R12 следует загнуть верхние концы этих стоек колечком. Для большей помехозащищённости конденсатор C4 желательно установить непосредственно между выводами 1 и 8 микросхемы DA1. После окончательной настройки генератора все соединения на плате должны быть приведены в соответствие со схемой.

Не лишним будет напомнить, что любые, даже временные изменения в устройстве следует производить только при отключённом источнике питания. Для измерения номинала подбираемого резистора также следует сначала отключить источник питания, а затем один из выводов такого резистора временно отсоединить от платы или стойки.

В устройстве можно использовать ИКП с номинальным напряжением питания 5 В. В предлагаемом устройстве использован ИКП неизвестной марки.

Согласно даташита на ИКП TSOP1238, его напряжение питания должно быть в пределах 4,5...5,5 В [3]. При использовании ИКП иных марок следует обратить внимание на различие их цоколёвки.

В процессе экспериментов выяснилось, что некоторые экземпляры ИКП могут работать и при напряжении питания ниже 4,5 В. Так, например, ИКП TSOP1238 устойчиво работал при напряжении 3,7...4 В, а ИКП с маркировкой HE20R6 (вид — как у VS1838, но иная цоколёвка) — даже при питании от 2,2 В.

Не знаю, как у других радиолюбителей, а, например, у автора статьи скопилось порядка десяти плат от старых импортных кинескопных телевизоров (используемых как доноры радиодеталей и печатных плат), на каждой из которых установлен подобный ИКП. Из такой телевизионной платы можно просто вырезать часть готовой платы с ИКП, его обвязкой и индикаторным светодиодом для последующего помещения в подходящий по размеру пластиковый корпус. При этом, даже при отсутствии пояснительных надписей на плате и отсутствии маркировки ИКП, можно легко установить его цоколёвку: выводы рядом расположенного полярного оксидного конденсатора (ёмкостью от 10 до 100 мкФ) подключаются, соответственно, к плюсовому и минусовому выводам ИКП, а оставшийся третий вывод ИКП — выходной сигнал (OUT). Между плюсовой линией питания (+5 В) и плюсовым выводом такого конденсатора всегда стоит токоограничивающий резистор сопротивлением 10...300 Ом, образующий вместе с вышеуказанным конденсатором помехоподавляющий RC-фильтр. Сопротивление имеющегося на такой плате токоограничивающего резистора индикаторного светодиода, скорее всего, потребуется подобрать до оптимальной величины по критерию, указанному выше. Минусовый вывод этого светодиода следует соединить с общим минусовым проводом ИКП и всего устройства (GND). Если на таком отрезке платы имеются широкие участки фольги или готовые посадочные места для установки радиодеталей, то эти печатные проводники следует обязательно сохранить и в дальнейшем максимально использовать. Если печатных проводников на такой плате мало, можно спаять детали устройства навесным монтажом (благо их весьма немного), расположив эти детали на диэлектрической поверхности платы и ограничив их подвижность припаиванием к двум-четырём установленным по периметру стойкам. В таком случае, после проверки устройства на работоспособность, следует дополнительно зафиксировать эти детали на плате с помощью термоклея или клея на резиновой основе. Если на такой плате нет посадочного места для микросхемы DA1, эту микросхему следует приклеить к плате выводами вверх. Следует отметить, что часто гораздо удобнее припаивать детали навесным монтажом только со стороны печатных проводников используемой платы. При использовании односторонней печатной платы это позволяет не отвлекаться при монтаже деталей и подборе нужных печатных проводников на противоположную сторону печатной платы.

Для питания устройства в процессе предварительной настройки следует использовать сетевой блок питания (БП) со стабилизированным выходным напряжением 5 В и током не менее 300 мА с защитой от перегрузки и короткого замыкания на выходе. Для постоянного питания данного устройства от сети 220...230 В можно использовать любой БП или сетевое зарядное устройство от сотового телефона, смартфона или планшета со стабилизированным выходным напряжением 5 В и током не менее 300 мА. Гнездо XS1 (рис. 1) следует установить с ответной частью, соответствующей штекеру используемого БП. Если в ТВ-2 имеется гнездо USB, можно питать устройство от него, желательно через плавкую вставку на ток 125 мА. При этом, ввиду весьма малого потребляемого устройством тока (в авторском варианте не более 15 мА), выключатель питания не требуется. Информацию по цоколёвке различных гнёзд и штекеров USB 2.0 можно посмотреть в Интернете [7, 8].

Поскольку у автора статьи к ТВ-2 уже ранее была подключена телевизионная приставка DVB-T2 [9], то, ввиду небольшого потребления тока удлинителем для ПДУ, было решено питать его от выносного БП этой ТВ-приставки с помощью дополнительного кабеля со штекером на конце. В данной ситуации диод VD3 (рис. 1) ещё и дополнительно развязывает устройства по питанию.

Теперь требовалось решить вторую задачу — передать звук и изображение с ТВ-1 на ТВ-2. Источником и приёмником сигналов звука и изображения с внешних источников у современных импортных телевизоров (или собранных из импортных радиодеталей) являются гнёзда SCART и RCA (в некоторых моделях — иногда только RCA и только с функцией приёма видео- и аудиосигналов от внешних источников).

Передача сигналов звука и изображения с включённого ТВ-1 на ТВ-2 производится с помощью экранированного четырёхпроводного кабеля ШГЭС-4 с припаянными с обеих сторон штекерами SCART, как показано на **рис. 2**. Три экранированные жилы кабеля задействованы на передачу видеосигнала и стереофонического аудиосигнала (экраны — общий минусовый провод). Четвёртая экранированная жила кабеля ШГЭС-4, не соединённая с общим минусовым проводом телевизоров, задействована на передачу сигнала с выхода удлинителя для ПДУ на излучающий диод VD2. Если между гостиной и кухней есть стена, потребуется просверлить в ней отверстие для прокладки данного кабеля. На всякий случай запас кабеля по длине должен быть не менее одного метра. Кабель следует проложить за мебелью и вдоль плинтуса и, в случае необходимости, закрепить его скобами из диэлектрического материала, а в идеале — вообще проложить этот кабель за плинтусом. Если у ТВ-2 нет гнезда SCART, а только RCA, то вместо штекера XP2 SCART к кабелю следует припаять три штекера RCA разного цвета. Как правило, их цветовая маркировка такова: звук — красный и белый, видео — жёлтый.

Не лишним будет отметить, что до реализации всего вышеперечисленного необходимо:

1. Проверить ПДУ-1 и ПДУ-2 на несовместимость, чтобы с ПДУ-1 не подать сигнал на ТВ-2, а с ПДУ-2 не подать сигнал на ТВ-1.

2. Не сверля стену, проверить с помощью длинного экранированного кабеля прохождение сигналов звука и изображения с ТВ-1 на ТВ-2 в режиме AV-1 или AV-2.

3. Не сверля стену, проверить с помощью длинного двухпроводного кабеля работу удлинителя для ПДУ с ТВ-1 за стеной или любым другим препятствием.

В качестве корпуса устройства использован пластиковый корпус от ненужного компьютерного ADSL-модема. С платы модема удалены все неиспользуемые компоненты, поверхность платы зачищена шкуркой от выступающих остатков припоя и обезжирена. Печатная плата устройства не разрабатывалась. В качестве печатной платы использовался освобождённый от деталей вырезанный кусок платы от старого импортного телевизора с уже имеющимися посадочными местами под корпус микросхемы DIP-8 и прочие элементы. Расположение деталей устройства адаптировано к имеющимся печатным проводникам используемой платы, в случае необходимости

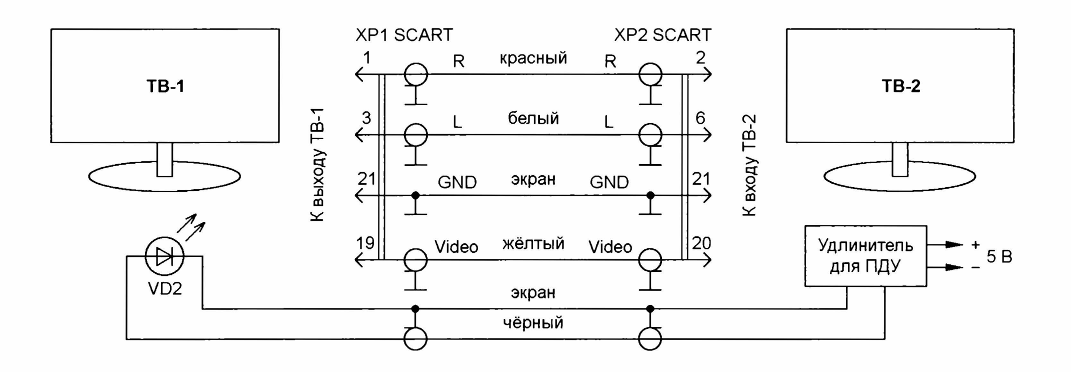


Рис. 2

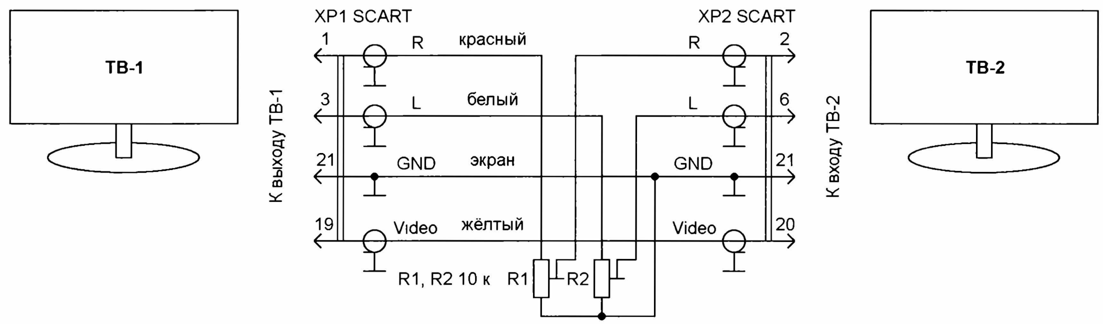


Рис. 3

печатные проводники перерезались, а также ставились перемычки и стойки. Установка компонентов производилась только со стороны печатных проводников используемой платы. Плата с деталями после налаживания и окончательной проверки работоспособности устройства приклеена к плате используемого модема через лист картона клеем на резиновой основе. ИКП B1 поставлен на плату модема на бок на место ранее стоявшего там светодиода и сориентирован на расширенное полупрозрачное окно лицевой панели корпуса модема. Металлический экранирующий корпус ИКП B1 с помощью пайки зафиксирован на плате модема и соединён с общим минусовым проводом устройства. Элементы R1, C1, HL1, C4, C5, X1, X2 и XS1 (см. рис. 1) использованы, уже имеющиеся на плате модема. Так, гнездо XS1 использовано USB-BF для подключения к выносному сетевому БП. В качестве разъёмов X1 и X2 использовано гнездо для подключения к телефонной линии и его ответная часть в виде штекера с защёлкой. Если не имеется специальных клещей для обжима проводов такого штекера, следует найти уже готовый подобный штекер с коротким (10...15 см) отрезком двухпроводного кабеля, к которому уже следует припаять концы одной оставшейся свободной экранированной жилы кабеля ШГЭС-4 (чёрного цвета), идущей к излучающему диоду VD2, а места пайки изолировать с помощью липкой ленты и/или термоусаживаемой трубки. При этом следует отметить, что провод, соединяющий устройство с излучающим диодом VD2, не обязательно должен быть экранированным.



Рис. 4



Рис. 5

Если уровень громкости передаваемого звукового сигнала излишне высок, можно на конце кабеля, идущего к ТВ-2, поставить регуляторы громкости (**рис. 3**). Малогабаритные подстроечные резисторы R1 и R2 после окончательной настройки оптимального уровня громкости можно заменить подобранными малогабаритными постоянными резисторами, в том числе для поверхностного монтажа, для разных плеч каждого регулятора. Эти резисторы можно разместить внутри корпуса штекера XP2 SCART и закрепить с помощью термоклея или клея на резиновой основе, или даже немного вплавить выводы резисторов паяльником в пластиковый корпус штекера XP2 SCART. Если используемые подстроечные резисторы достаточно хорошо защищены от пыли, можно установить их снаружи корпуса штекера XP2 SCART, вплавив их выводы паяльником в заранее просверленные отверстия.

Если на лицевой панели корпуса используемого модема имеется матовое или затемнённое окно для индикации светодиодов, то, возможно, потребуется ещё раз подобрать сопротивление токоограничивающего резистора R2 (см. рис. 1) для оптимальной яркости свечения светодиода HL1 через такое окно. В случае излишней яркости свечения индикаторного светодиода HL1 и нежелания повторной разборки корпуса устройства для дополнительного подбора сопротивления резистора R2 можно ограничить яркость свечения такого светодиода двумя узкими полосками чёрной липкой ленты, наклеенными на область излучения светодиода снаружи корпуса устройства, оставив щель между ними. На месте HL1 в устройстве использован светодиод, уже установленный на плате используемого модема как раз напротив окна лицевой панели с надписью "POWER" ("Включение").

Если у пользователя имеется подобный ненужный ADSL-модем, то устройство, собранное в корпусе такого модема, можно питать и от идущего в комплекте с таким модемом БП с выходным напряжением 9...10 В. При этом следует иметь в виду, что на плате таких модемов уже имеется понижающий стабилизатор на микросхеме ML34063 с выходным напряжением 5 В и током не менее 500 мА (который можно переделать и в повышающий). Если питание устройства всё равно будет производиться от другого БП с выходом 5 В, то, возможно, есть смысл аккуратно вырезать этот готовый стабилизатор с

обвязкой из платы модема для будущих конструкций.

Внешний вид устройства показан на **рис. 4**. Устройство закреплено снизу металлической площадки кронштейна для кухонного телевизора с помощью полосы из тонкого дюралюминия шириной 1,5 см, повторяющей изгибы его корпуса и фиксирующей корпус устройства с помощью коротких саморезов (**рис. 5**, **рис. 6**). Для уплотнения крепежа и чтобы не поцарапать пластиковый корпус устройства, между этой крепёжной полосой и корпусом устройства можно проложить тонкие полоски поролона.

Для фиксации конца соединительного кабеля с подключённым излучающим ИК-диодом (VD2) использована подставка с поворотным устройством от старой комнатной антенны. Выводы излучающего диода изолированы друг от друга отрезками изоляционной трубки, для увеличения жёсткости крепежа излучающего диода применена термоусаживаемая трубка с помещённым в неё небольшим количеством термоклея. Излучающий ИК-диод желательно располагать на расстоянии не далее 30 см от телевизора (ТВ-1), при этом он должен быть направлен в сторону ИКП телевизора.

При трансляции телепередач с ТВ-1 на ТВ-2 следует иметь в виду следующее. Дистанционное переключение каналов ТВ-1 через удлинитель для ПДУ производится с помощью отдельного ПДУ-1, совместимого с ТВ-1. При этом следует отметить, что набираемые номера каналов ТВ-1 не отображаются на экране ТВ-2. Регулировка уровня громкости на ТВ-2 производится только с помощью ПДУ-2.

Устройство, собранное по схеме рис. 1, проверялось с телевизорами "SAMSUNG UE40EH5057K" (ТВ-1) и "Витязь 38CTV710" (ТВ-2), а также с телевизионной приставкой DVB-T2 "COLOR DC1201HD".

В порядке эксперимента на макетной плате был собран удлинитель для ПДУ с генератором на КМОП-микросхеме К561ЛЕ5 [10]. Схема генератора представлена на **рис. 7**. Нумерация элементов продолжает начатую на рис. 1. Из устройства, собранного по схеме рис. 1, удаляют микросхему DA1 и элементы её обвязки — резистор R8 и конденсаторы C2, C3.



Рис. 6

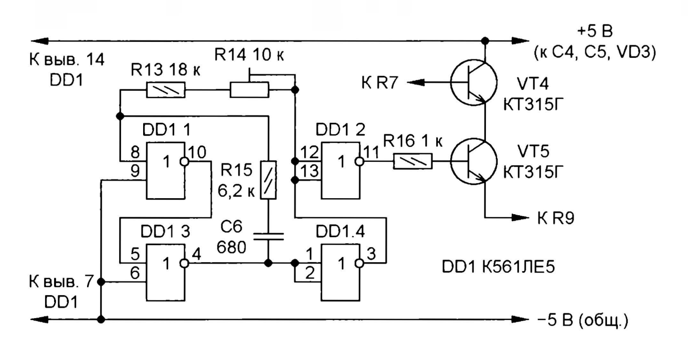


Рис. 7

Устройство работает так. При подаче напряжения питания загорается светодиод HL1 — индикатор включения питания. Устройство готово к работе. Включается генератор на микросхеме К561ЛЕ5 (DD1), настроенный на несущую частоту 36...37 кГц и подающий сигнал с вывода 11 через резистор R16 на базу транзистора VT5, который вследствие этого открывается. На транзисторах VT4 и VT5 реализован логический элемент 2И. Согласно таблице истинности, сигнал высокого уровня (лог. 1) на его выходе (на эмиттере транзистора VT5) будет только при одновременной подаче сигналов высокого уровня на оба его входа (на базы транзисторов VT4 и VT5). При нажатии на кнопки ПДУ-1 поступает ИК-сигнал на ИКП В1, далее импульсы тока, усиленные транзисторами VT1 и VT2, через резистор R7 подаются на базу транзистора VT4, который открывается. В итоге на эмиттере транзистора VT5 возникает сигнал, подобный исходному модулированному сигналу от ПДУ. В нём присутствуют как управляющие импульсы с ПДУ, так и несущая частота 36...37 кГц. Продолжительность генерации сигнала равна длительности пачки управляющих импульсов. При отсутствии импульса от ПДУ генерация сигнала на эмиттере транзистора VT5 прекращается ввиду закрытия транзистора VT4. Далее этот сигнал через резистор R9 поступает на вход эмиттерного повторителя на транзисторе VT3 (см. рис. 1), с выхода которого через токоограничивающий резистор R12 по двухпроводной соединительной линии подаётся на излучающий ИК-диод VD2, установленный недалеко от ТВ-1 и передающий на его ИКП сигнал от ПДУ-1.

Рекомендации по возможной замене радиодеталей указаны выше. В качестве времязадающего конденсатора C6 желательно применить КМ-5 или подобный. Для большей помехозащищённости желательно между выводами 7 и 14 микросхемы DD1 установить неполярный конденсатор ёмкостью 0,1 мкФ.

Настройка нужной частоты генератора производится с помощью подстроечного резистора R14. Затем следует измерить суммарное сопротивление резисторов R13 и R14 и установить на их место один-два постоянных резистора такого же или близкого суммарного сопротивления.

Эксперимент с перестройкой частоты генератора в диапазоне от 30 до 40 кГц показал, что телевизоры "SAMSUNG UE40EH5057K" (ТВ-1) и "Витязь 38CTV710" (ТВ-2) уверенно принимали сигнал с такого удлинителя для ПДУ во всём указанном выше диа-

пазоне частот. Телевизионная приставка DVB-T2 "COLOR DC1201HD" уверенно принимала сигнал с удлинителя для ПДУ только при частоте генератора 36...37 кГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** "Удлинитель" для пульта ДУ. — Радио, 2004, № 5, с. 42.
2. **Бодагов С.** Простой удлинитель для ПДУ. — Радио, 2012, № 8, с. 11.
3. TSOP1238 Datasheet (PDF). — URL: **https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/26566/VISHAY/TSOP1238.html** (01.08.23).
4. **Петропавловский Ю.** "Удлинитель" для пультов дистанционного управления. — Радио, 2005, № 5, с. 12—15.
5. xx555 Precision Timers Datasheet (PDF). — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/926/DOC012926626.pdf** (01.08.23).
6. Подробное описание, применение и схемы включения таймера NE555. — URL: **https://ledjournal.info/spravochnik/ne555-datasheet.html** (01.08.23).
7. Распиновка разъёмов USB 2.0. — URL: **http://rones.su/techno/usb.html** (01.08.23).
8. Распиновка USB-разъёмов для зарядки телефонов. — URL: **https://2shemi.ru/raspinovka-usb-razemov-dlya-zaryadki-telefonov** (01.08.23).
9. **Шумилов А.** Вариант крепления и питания телевизионной приставки DVB-T2. — Радио, 2023, № 7, с. 22, 23.
10. **Бирюков С.** Повышение стабильности частоты генератора на КМОП-инверторах. — Радио, 2018, № 9, с. 26—28.

***От редакции.** Транзистор VT2 и резисторы R6, R7 можно не устанавливать, а вывод 4 таймера DA1 подключить непосредственно к коллектору транзистора VT1. Кроме того, можно обойтись без транзистора VT3 и резисторов R9—R11, поскольку максимальный выходной ток таймера NE555 — 200 мА, надо только подобрать резистор R12.*

Простая активная ДМВ-антенна для приёма цифрового телевидения

В. КОНКИН, с. Горлово Рязанской обл.

Антенна, описание конструкции которой приведено далее, предназначена для приёма сигналов телевизионного ДМВ-диапазона. Её несложно изготовить самостоятельно, а использовать желательно с одним из антенных усилителей [1, 2]. Антенна представляет собой двойной квадрат, элементы которой размещены на основании из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита, её конструкцию поясняет **рис. 1**. Квадрат со стороной **а** — директор, со стороной **б** — рефлектор, расстояние между ними — **в**. Размеры антенны можно рассчитать с помощью упрощённой методики. Длина волны сигнала L = 300000/F, где L — в миллиметрах, частота F — в мегагерцах, **а** = L/4, **б** = 1,22L/4, **в** = 0,16L. Поскольку телевизионное вещание осуществляется на нескольких каналах, при проведении расчётов используют среднюю частоту каналов. Можно также воспользоваться онлайн-калькулятором [3].

Рис. 1

Все элементы устройства размещены на печатной плате из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, её чертёж показан на **рис. 2**. Усилитель и ВЧ-трансформатор установлены на нижней стороне платы. Металлизация на второй стороне повторяет металлизацию на первой. Ширина платы — 30 мм, а длина зависит от расстояния **в** между рамками. Для крепления рамок предназначены отверстия диаметром 4 мм. Слева — отверстия для крепления директора, справа — отверстия для крепления рефлектора. Большое отверстие — для крепления разъёма типа F, к которому припаян выход усилителя. К концам рамки директора припаивают вход ВЧ-трансформатора, а его выход — ко входу усилителя. Небольшое отверстие рядом с большим предназначено для провода, соединяющего выход усилителя с разъёмом. Трансформатор намотан вдвое сложенным проводом ПЭВ-2 0,25 на оправке диаметром 5 мм и содержит 3 витка. Витки скреплены клеем "Момент".

Рамки изготовлены из провода диаметром 3 мм, желательно медного. Для их крепления на концах рамок с помощью круглогубцев делают кольца с внутренним диаметром 4 мм. Для этого общая длина рамок должна быть больше на 20 мм. Рамки с помощью винтов М4 и гаек крепят на плате. Предварительно кольца можно немного сточить или расплющить, чтобы увеличить площадь контакта. Кольца желательно предварительно залудить и после крепления припаять к площадке на плате. Середины рамок в верхней части надо соединить той же проволокой. На работу это не повлияет, но увеличит жёсткость конструкции.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 9, 2023

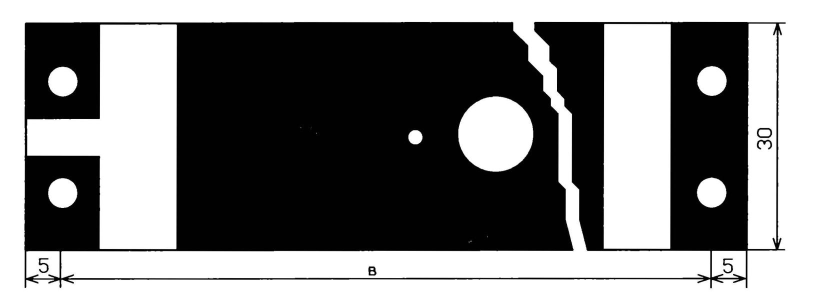


Рис. 2

Усилитель питается по кабелю снижения от встроенного в телевизор источника питания напряжением 5 В.

Плата усилителя закрыта крышкой от ПЭТ-бутылки. Для защиты от воздействия окружающей среды металлизацию платы надо покрыть водостойким лаком, а места всех соединений и сам усилитель покрывают водостойким герметиком.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Конкин В.** Антенные ДМВ-усилители. — Радио, 1922, № 5, с. 48—50.

2. **Конкин В.** Ещё один антенный ДМВ-усилитель. — Радио, 1923, № 1, с. 18, 19.

3. Антенна "двойной квадрат" для DVB-T2. — URL: **https://antenna-dvb-t2.ru/antenna_dlya_dvb-t2_4.php** (29.06.23).

От редакции. *Чертёж печатной платы находится по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2023/09/dmv.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Ремонт мультиметра M-830B

И. ПОДУШКИН, г. Москва

После долгих лет эксплуатации мультиметра M-830B было замечено, что прибор в режиме измерения постоянного тока завышает показания, причём на всех пределах. Показания сравнивались с показаниями заведомо исправного контрольного мультиметра в режиме измерения постоянного тока. Во всех остальных режимах показания мультиметра оказались правильными.

Анализ схемы (рис. 2 в статье **Афонский А., Кудреватых Е., Плешкова Т.** "Малогабаритный мультиметр M-830B". — Радио, 2001, № 9, с. 25—27) показал, что при измерении постоянного тока на вход АЦП DD1 подаётся напряжение с цепи датчиков тока — резисторов R12R14R24. В зависимости от предела измерения через все или через часть резисторов протекает измеряемый ток, создавая падение напряжения, которое измеряет АЦП. На **рис. 1** показана часть схемы мультиметра — цепь этих резисторов и гнёзда для подключения щупов в режиме измерения постоянного тока на пределе 10 А.

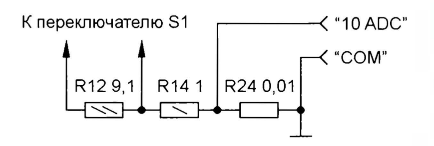


Рис. 1

Поскольку в остальных режимах измеряемое напряжение поступает на тот же вход АЦП и показания мультиметра в этих режимах правильные, стало понятно, что неисправность кроется в цепи этих резисторов. Визуальный осмотр показал, что причина завышенных показаний при измерении постоянного тока — плохой контакт вывода резистора R24, соединённого с общим проводом (правого по схеме рис. 1). Этот резистор — П-образный отрезок провода из высокоомного сплава, он впаян в плату мультиметра между гнёздами "10 ADC" и "COM" (**рис. 2**).



Рис. 2



Рис. 3

Участок платы, на котором установлены гнёзда для подключения щупов прибора, очень узкий, жёсткость его существенно меньше, чем у остальной платы. При подключении щупов к гнёздам этот участок платы изгибается, особенно сильно это происходит при подключении щупа в гнездо "COM". Видимо, со временем, после некоторого числа подключений щупа к гнезду, образовалась трещина в пайке, которая фактически привела к увеличению суммарного сопротивления шунта R24 — собственно резистора и повышенного переходного сопротивления паяного соединения. После пропайки выводов резистора R24 показания мультиметра в режиме измерения постоянного тока стали правильными.

Следует отметить, что для предотвращения изгиба участка платы с гнёздами при подключениях щупов на

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

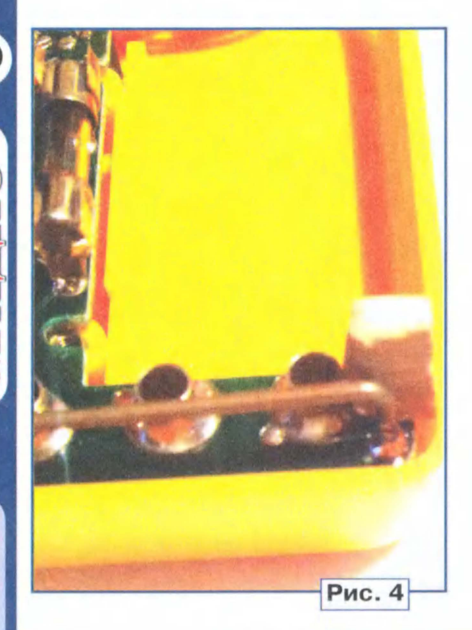


Рис. 4

крышке корпуса сделана пластмассовая стойка. В моём случае высота этой стойки оказалась меньше необходимой, поэтому участок платы с гнёздами имел возможность изгибаться. Чтобы исключить это, в стойку, имеющую осевое отверстие, был ввинчен винт с высотой головки, равной зазору между стойкой и платой (**рис. 3**). Надо только убедиться, что головка винта не замыкает гнёзда для подключения щупов. Для надёжности на верхнюю часть стойки надет отрезок изоляционной трубки. Однако стойка упирается в участок платы между гнёздами "VΩmA" и "COM", а участок платы с гнездом "COM" всё-таки имеет возможность изгибаться. Чтобы и эта часть платы не могла изгибаться, была изготовлена ещё одна стойка из отрезка пластика (**рис. 4**).

Эти меры позволили зафиксировать участок платы с гнёздами, предотвратить его изгибание и, как следствие, дальнейшее нарушение паяного контакта резистора R24.

Ремонт блока питания ноутбука Asus Eee PC4G

И. АНДРИАНОВ, г. Измаил Одесской обл., Украина

Этот тайваньский ноутбук Asus Eee PC4G был куплен в далёком 2008 г. и до сих пор нормально работает. Вот только его блок питания, или, как его назвала фирма-производитель AC, Adaptor, вышел из строя в 2017 г., после девяти лет эксплуатации. Из-за наличия в нём массы мелких деталей для поверхностного монтажа было решено обратиться к "профессионалам". В мастерской по ремонту компьютерной техники некий юноша снял крышку, поломав при этом один из крепёжных язычков, и осмотрев плату, безапелляционно заявил: "Вышла из строя микросхема, замена которой будет стоить почти столько, сколько и сам адаптер! Лучше купить новый или подобрать аналог".

По рекомендации "специалиста" был приобретён подходящий по параметрам блок питания производства КНР. Он проработал до лета нынешнего 2023 г. и тоже вышел из строя. Поскольку он имеет неразъёмный корпус и подобных изделий в продаже в нашем городе не оказалось, решил разобраться с оригинальным блоком питания. Снял с него крышку и включил его в сеть. Выяснилось, что напряжения на выходе нет, но трансформатор издаёт звуки — щелчки с частотой примерно два раза в секунду. Следовательно, генератор на микросхеме запускается, т. е. работает! Осмотр микросхемы и других деталей с увеличительным стеклом никаких внешних повреждений не выявил. Тогда я сделал вывод, что возможная причина неисправности — короткое замыкание на выходе, которое могло произойти только в соединительном выходном кабеле или его вилке, подключаемой к ноутбуку.

Кабель был отпаян от блока питания и проверен омметром. Моё предположение полностью подтвердилось!



Замыкание было в нём. На основании его осмотра я сделал предположение, что замыкание может быть в месте одного или нескольких перегибов (**рисунок**). Так и оказалось. От кабеля был отрезан конец с разъёмом подключения к ноутбуку (длина провода 19 см). На этом участке короткого замыкания не было. Затем от оставшейся части кабеля был отрезан участок длиной 36 см. И в этом участке, и в оставшейся части было зафиксировано наличие коротких замыканий. Осмотр оплётки и внутреннего шнура показал, что причина в том, что белое изоляционное покрытие внутренней жилы кабеля в местах сгибов потрескалось (трещины через 2...3 мм), а оплётка окислилась, в результате появилось короткое замыкание. Не имели замыканий лишь участки кабеля длиной 19 см (с выходным разъёмом) и 56 см (участок, отходящий от корпуса), на которых не было сильных перегибов.

В моих запасах нашёлся подходящий экранированный кабель (внешняя изоляция синего цвета) длиной 183 см и внешним диаметром 3,2 мм с внутренней жилой диаметром около 1 мм (многожильный медный провод). Он был соединён пайкой с рабочими участками "родного" кабеля, после чего блок питания нормально заработал и пока работает. Методика пайки экранированных проводов (НЧ- и ВЧ-кабелей) неоднократно описывалась в радиолюбительской литературе, поэтому заострять внимание на этой части своей работы не буду.

На мой взгляд, причинами этой неисправности являются низкое качество изоляции и неудачная форма укладки соединительного кабеля — "гармошкой". Поэтому радиолюбителям следует обратить внимание на этот факт. Как видим, иногда причиной выхода из строя такого устройства, как импульсный блок питания, может быть не неисправность микросхемы или другого радиоэлемента, а обычное короткое замыкание в соединительном кабеле!

Неисправность и ремонт потолочно-настенного светильника

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В статье указаны причины неисправности светодиодных светильников и приведён возможный способ их ремонта.

Светодиодные лампы и светильники уверенно вытесняют осветительные приборы на основе других источниках света. Это относится и к местам общего пользования — подъездам, лестничным площадкам и т. д. Замена люминесцентных светильников светодиодными постепенно происходит и в доме автора. При этом по понятным причинам предпочтение отдаётся самым дешёвым, к которым относятся светильники на основе светодиодных лент и модулей. Казалось бы, продолжительность их работы должна быть не маленькой, но это не всегда так. Из установленных не так давно светильников (**рис. 1**, **рис. 2**) некоторые вышли из строя сравнительно быстро. При этом меняют светильник целиком, а испорченный выбрасывают. Один из таких светильников достался автору.

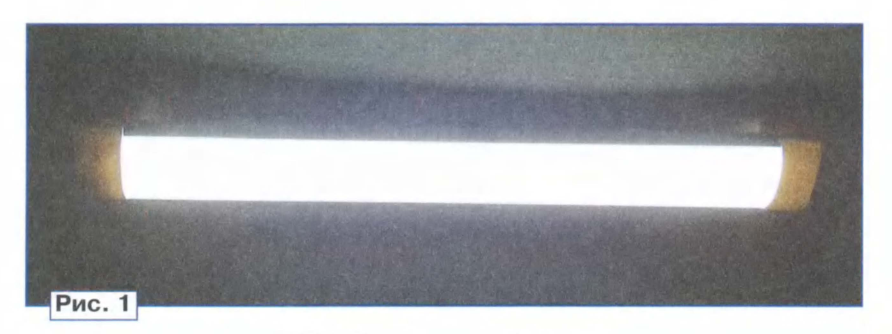


Рис. 1



Рис. 2

В первую очередь подозрение пало на светодиоды, которых много, и выход одного из них из строя, как правило, приводит к выходу из строя всего светильника. Так и оказалось, тем более, что найти перегоревшие светодиоды (две штуки) оказалось не сложно, их видно сразу (**рис. 3**). И тут, казалось бы, стоит поругать производителей светодиодов, но на самом деле не всё так просто, и в этом стоит разобраться. Для этого надо сначала рассмотреть схему светильника. Она приведена на **рис. 4**. В её состав входит драйвер A1 — понижающий преобразователь напряжения со стабилизацией выходного тока, который реализован на основе микросхемы DP9501B. К выходу преобразователя подключены две светодиодные ленты A2, A3, соединённые последовательно. Каждая лента на стеклотекстолитовой фольгированной плате-ленте содержит 38 одиночных светодиодов, которые включены попарно и последовательно.

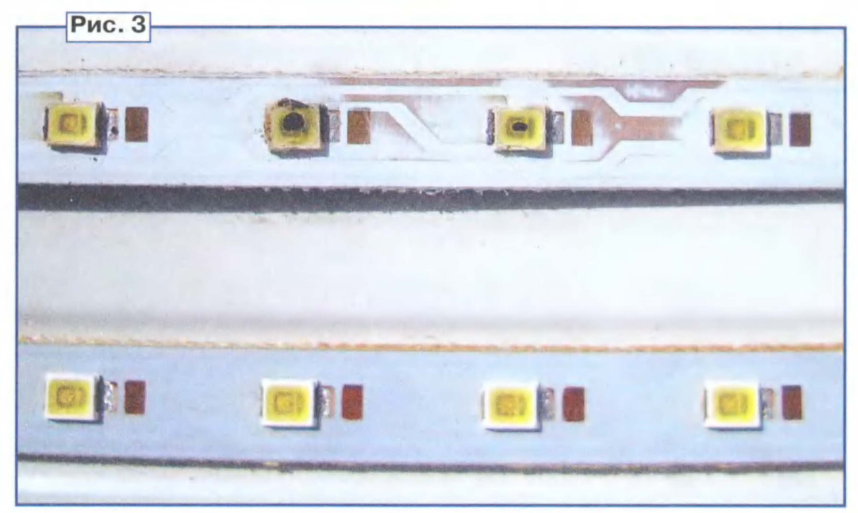


Рис. 3

Напряжение на каждой светодиодной ленте — около 57 В. Выходной ток преобразователя — 146 мА, и он протекает через два светодиода, поэтому через каждый из них теоретически протекает ток около 73 мА, а напряжение на каждом из них — около 3 В. Но это зависит от идентичности параметров включённых параллельно светодиодов. Поэтому на каждом из светодиодов в нормальном режиме рассеивается мощность около 220 мВт. Поэтому на всех светодиодах рассеивается мощность немногим более 16 Вт. С одной стороны, параллельное включение светодиодов вроде бы повышает надёжность светильника, поскольку при выходе из строя одного из светодиодов, второй его зашунтирует, и светильник будет светить. Но это продлится недолго, поскольку ток через оставшийся светодиод увеличится вдвое, и он скоро также выйдет из строя. Теперь становится понятно, почему сгорели именно два светодиода. Сначала сгорел один, затем второй.

Но оказалось, что эти светодиоды вышли из строя не просто так. Дело в том, что светодиодные ленты приклеены к металлическому (дюралюминиевому) основанию с помощью клея, возможно, теплопроводящего. Хотя это основание и тонкое, но оно достаточно большое, чтобы эффективно отводить тепло, поскольку заявленная мощность светильника относительно невелика — 20 Вт. Но при его изготовлении приклеивание платы провели небрежно, и та часть ленты, на которой размеща-

Рис. 4



Рис. 5

лись сгоревшие светодиоды, осталась без клея и висела в воздухе (**рис. 5**). Поэтому возник локальный перегрев, который и привёл к выходу из строя светодиодов. Об этом свидетельствует и то, что защитная краска рядом со сгоревшими светодиодами также перегрелась и легко стирается.

Поскольку все светодиоды питаются стабильным током, ремонт этого светильника сводится к тому, чтобы замкнуть сгоревшие светодиоды отрезком провода, например обмоточного. При этом надо не забыть приклеить поднявшийся участок светодиодной ленты к основанию, желательно с помощью теплопроводящего клея. Проверить исправность использованных в этом светильнике светодиодов можно с помощью мультиметра в режиме прозвонки или тестирования p-n переходов, если при этом его выходное напряжение около 3 В. Для безопасной проверки и ремонта всего светильника можно использовать устройства [1, 2].

Этот случай ещё раз доказывает, что срок службы светодиодных ламп и светильников в значительной степени зависит от эффективности отвода тепла от светодиодов. Выполнить ремонт этого светильника гораздо проще, чем ремонт светодиодных ламп с цоколем E14 и E27 [3], поскольку не требуется замена светодиодов.

С экологической точки зрения подобные светильники целесообразно не выбрасывать, а ремонтировать, но по экономическим соображениям это вряд ли возможно в централизованном порядке, только в индивидуальном.

Несмотря на относительную дешевизну подобных светильников, более практичным будет применение светильников с двумя или тремя светодиодными лампами мощностью 6...7 Вт. Во-первых, при выходе из строя одной из ламп светильник будет светить, хоть и с меньшей яркостью. Во-вторых, замена целого светильника гораздо сложнее, чем замена лампы, кроме того, приобретение нового светильника, аналогичного по конструкции старому, может быть проблематичным, что ещё больше усложнит замену, связанную с его креплением.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Пробник высоковольтных светодиодных матриц. — Радио, 2021, № 12, с. 32—34.

2. **Нечаев И.** Устройство для проверки и ремонта светодиодных ламп. — Радио, 2022, № 2, с. 35, 36.

3. **Нечаев И.** Ремонтировать ли светодиодные лампы? — Радио, 2022, № 8, с. 35—37.

СЧ-ВЧ УМЗЧ на лампах ГУ50 в режиме класса А

В. ФЕДОСОВ, г. Краснодар

В статье приводится описание однотактного УМЗЧ. Он двухкаскадный с цепью общей ООС, первый каскад — повторитель, собранный на полевом транзисторе IRF9640. Второй каскад — пять параллельно включённых каскодных усилителя, собранных на биполярных транзисторах КТ829А и лампах ГУ50, включённых с общей сеткой (ОС). Ток покоя каждой лампы стабилизирован.

Основные технические характеристики

Максимальная выходная мощность на частоте 1 кГц, Вт 100
Сопротивление нагрузки, Ом 4
Коэффициент нелинейных искажений (КНИ) при максимальной выходной мощности, % 3,34
Полоса усиливаемых частот по уровню –2 дБ, Гц . . . .90...180000
Входное сопротивление, кОм 10
Выходное сопротивление, Ом . . . .–0,06

Схема УМЗЧ показана на **рис. 1**. Звуковой сигнал через резисторы R2, R4, R5 подаётся на вход первого каскада — затвор полевого транзистора VT1, который включён как истоковый повторитель. Чувствительность усилителя определяется сопротивлением резистора R3 в цепи ООС. Его не следует изменять в меньшую сторону. При подаче на вход УМЗЧ сигнала напряжением 1,1 В на его выходе появится выходной сигнал напряжением 19 В, что на нагрузке 4 Ом соответствует мощности 90 Вт. Сигнал с выхода истокового повторителя через резисторы R8, R11, R14, R17, R20 подаётся на включённые параллельно каскодные усилители, состоящие из транзисторов VT2—VT6 и ламп VL1—VL5, которые включены с ОС и образуют второй (выходной) каскад. Работа выходного каскада в таком режиме существенно уменьшает эффект Миллера.

За счёт транзисторов КТ829А с коэффициентом передачи тока базы не менее 1000 и ламп с суммарной крутизной около 40 мА/В общий коэффициент усиления каскада по напряжению составляет около 2880. Для устранения самовозбуждения на высоких частотах в аноды ламп включены резисторы R9, R12, R15, R18, R21. Также, для устране-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

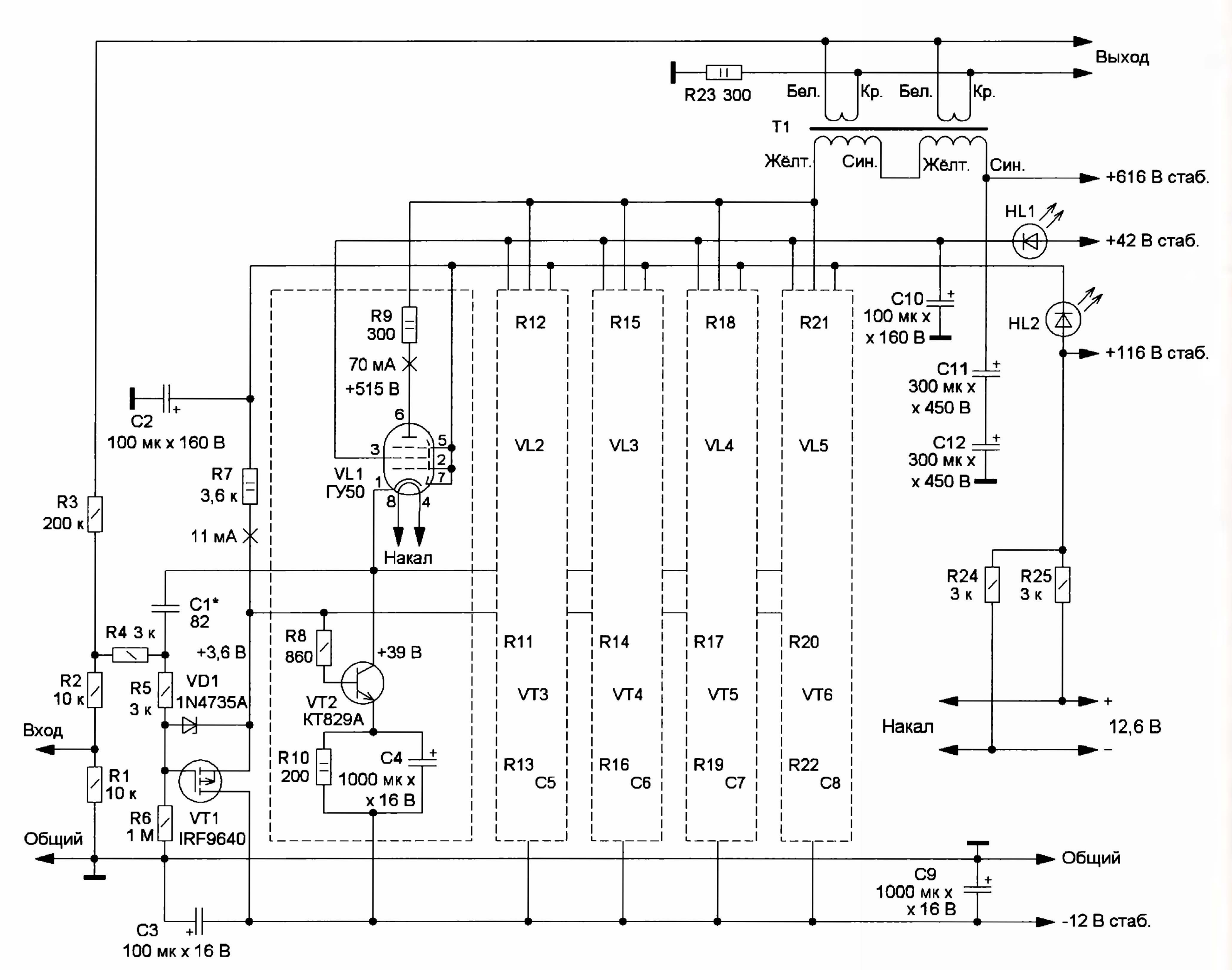


Рис. 1

ния самовозбуждения, установлен конденсатор C1, который ограничивает полосу пропускания УМЗЧ сверху, а в базовые цепи транзисторов VT2—VT6 установлены резисторы R8, R11, R14, R17, R20. В эмиттерные цепи этих транзисторов включены резисторы R10, R13, R16, R19, R22, с помощью которых устанавливают ток покоя каждой лампы. По переменному току эти резисторы зашунтированы конденсаторами C4—C8. Накалы ламп включены параллельно, на накалы подаётся постоянное напряжение 12,6 В.

На резисторах R10, R13, R16, R19, R22 формируется стабильное постоянное напряжение, которое складывается из напряжения источника питания −12 В и напряжения на истоке транзистора VT1 +3,6 В за вычетом напряжения база—эмиттер транзисторов VT2—VT6, т. е. в результате получается около 14,2 В. Поэтому ток через биполярный транзистор, например VT2, и соответственно ток через лампу будет равен $I_{VL1} \approx 14{,}2/R10 \approx 14{,}2/200 \approx 70$ мА, который будет стабильным. При определении мощности, рассеиваемой анодом, надо исходить из анодного напряжения и тока через лампу. В этом усилителе на аноде каждой лампы рассеивается мощность около 33 Вт. При такой рассеиваемой мощности анод лампы не разогревается до видимого свечения.

В выходном каскаде токи через лампы стабилизированы, поэтому не нужен их тщательный подбор. При этом из-за разброса параметров ламп напряжение на их катодах устанавливается не одинаковым, т. е. лампа "подстраивает" своё катодное напряжение в зависимости от выбранного тока. Практически все ламповые УМЗЧ, как двухтактные, так однотактные, имеют выходной каскад с общим катодом (ОК). При таком включении при небольшом превышении входного напряжения появившийся ток первой сетки приведёт к недопустимым искажениям, а в схеме с ОС произойдёт лишь незначительное искажение тока анода. Чтобы не допустить тока первой сетки в схеме с ОК, приходится увеличивать напряжение на экранной сетке. При этом её ток зависит от уровня сигнала, изменяется и ток анода. Во избежание этого в схеме с ОК напряжение на экранной сетке приходится повышать. Поэтому искажения, связанные с током экранной сетки и обусловленные напряжением на аноде, наступят раньше и будут иметь большую величину, чем в схеме с ОС.

Отличительная особенность этого усилителя в том, что его выходной каскад работает в режиме с ОС. Для контроля токов сеток включены светодиоды HL1 и HL2, которые могут быть любого цвета свечения.

В режиме с ОС лампа ГУ50 имеет достаточно необычные характеристики. А именно, лампа приобретает "правую" вольт-амперную характеристику. Пентод превращается в триод с правой характеристикой, а сетка получается распределённой. При таком необычном включении крутизна по анодному току составляет 8 мА/В, коэффициент усиления с 10 увеличивается до 240, а ВАХ ламп в схеме с ОС в определённой степени распрямляется. За счёт того, что выходной ток лампы протекает через входную цепь, возникает местная ООС, поэтому искажения, связанные с током экранной сетки, будут существенно подавлены. Соответственно каскад с ОС имеет выше линейность по сравнению с каскадом с ОК.

Для создания необходимого напряжения на коллекторах транзисторов КТ829А (VT2—VT6) первая и третья сетки подключены к стабилизированному источнику напряжения +116 В, а вторая сетка подключена к стабилизиро-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

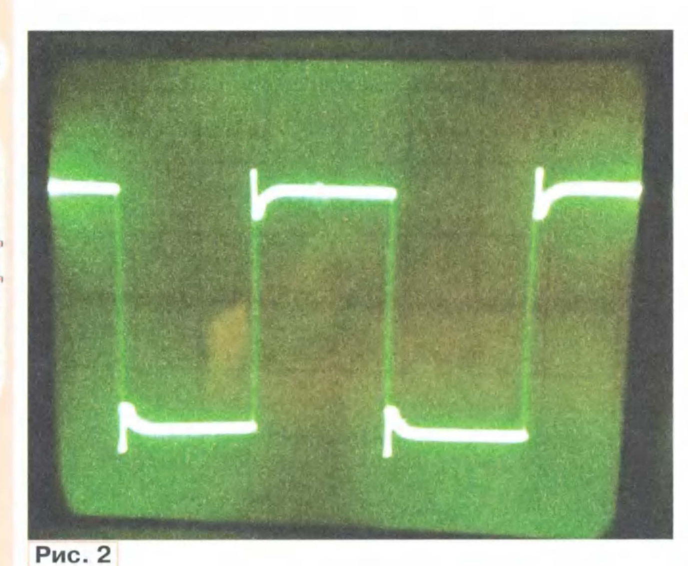


Рис. 2

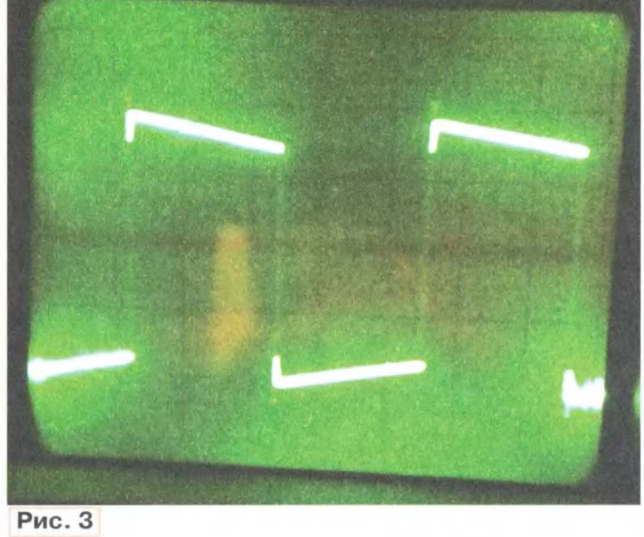


Рис. 3

ванному источнику напряжения +42 В. Разница в напряжении 74 В между второй и третьей сетками позволяет на 25 % уменьшить ток первой сетки при сохранении отдаваемой выходной мощности. Пять ламп, включённых параллельно по схеме с ОС, имеют суммарную крутизну 40 мА/В.

КНИ зависит от выходной мощности. На частоте 1 кГц при мощности на нагрузке 6,25 Вт КНИ = 0,083 %. При мощности 36 Вт КНИ = 0,21 %. При мощности 56 Вт КНИ = 1,08 %. При мощности 81 Вт КНИ = 1,47 %. При мощности 90 Вт КНИ = 2,46 %. При выходном сигнале 20 В мощность на нагрузке 100 Вт, КНИ составляет 3,34 %. На частоте 10 кГц при мощности 6,25 Вт КНИ = 0,065 %, при мощности 56 Вт КНИ = 0,085 %.

Рис. 4

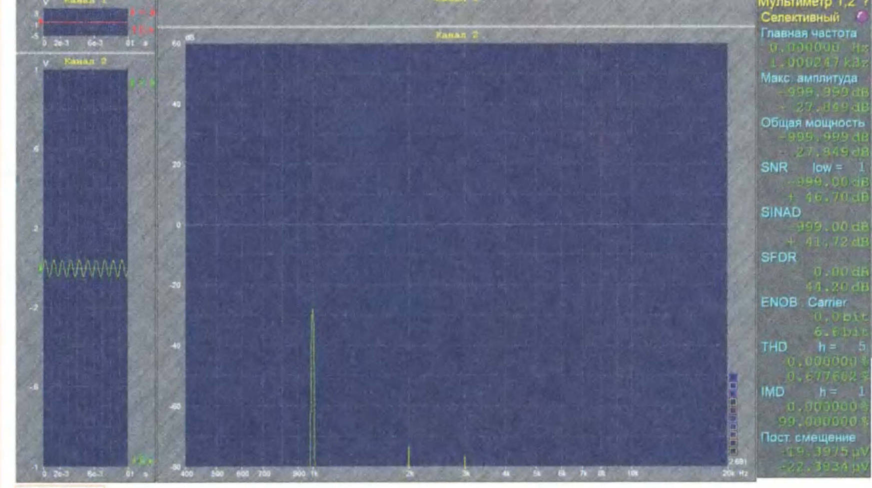


Рис. 5

Усилитель имеет небольшое отрицательное выходное сопротивление −0,06 Ом. В [1] сказано: "Электрическое демпфирование не изменяет КПД головки. Снижение её отдачи на резонансной частоте достигается уменьшением амплитуды подводимого напряжения, что приводит к снижению рассеиваемой на звуковой катушке мощности, а значит, к расширению динамического диапазона головки и работающего с ней УМЗЧ. Демпфирование с помощью УМЗЧ с отрицательным выходным сопротивлением имеет ещё одно важное преимущество. Напряжение обратной связи несёт информацию об искажениях сигнала, возникающих из-за нелинейной зависимости деформации подвеса диффузора и центрирующей шайбы головки от приложенной силы, вклад которых в общие искажения излучаемого головкой сигнала,... ... может достигать 80 %". В [2] отмечено: "Для управления АЧХ громкоговорителя вблизи частоты резонанса лучше всего подходит усилитель с отрицательным сопротивлением".

На **рис. 2** и **рис. 3** показана форма выходного сигнала при подаче на вход сигнала меандр с частотой 1 кГц и 3,1 кГц соответственно.

Спектр выходного сигнала частотой 1 кГц при выходной мощности 36 Вт ($U_{вых}$ = 12 В, КНИ = 0,21 %) показан на **рис. 4**.

Спектр выходного сигнала частотой 1 кГц при выходной мощности 56 Вт ($U_{вых}$ =15 В, КНИ = 1,08 %) показан на **рис. 5**.

Спектр выходного сигнала частотой 1 кГц при выходной мощности 90 Вт ($U_{вых}$ =19 В, КНИ = 2,46 %) показан на **рис. 6**.

Спектр выходного сигнала частотой 10 кГц при выходной мощности 6,25 Вт ($U_{вых}$ = 5 В, КНИ = 0,069 %) показан на **рис. 7**.

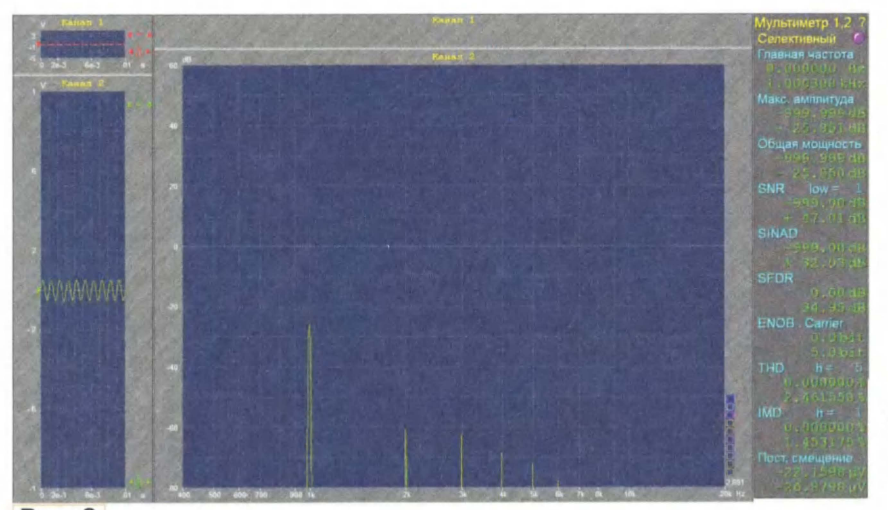


Рис. 6

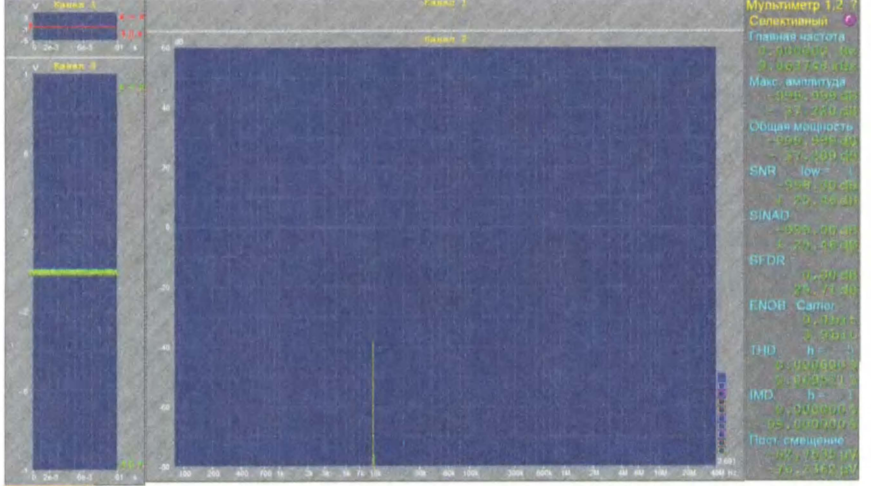


Рис. 7

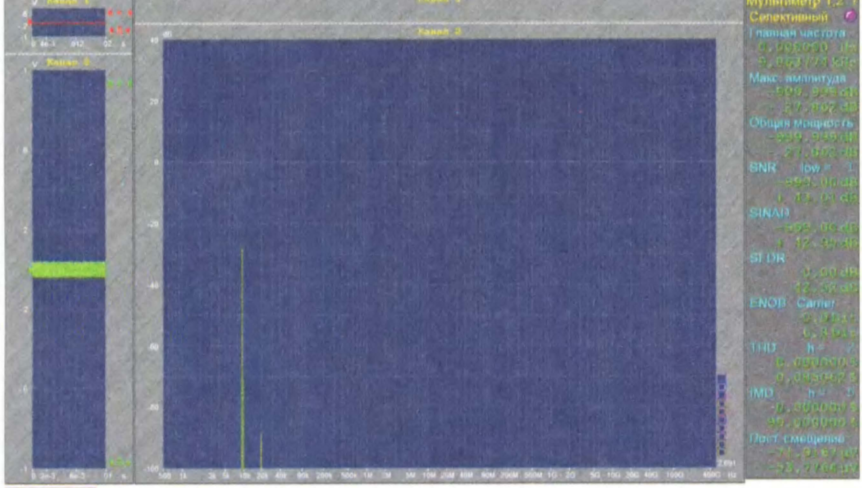


Рис. 8

Спектр выходного сигнала частотой 10 кГц при выходной мощности 56 Вт ($U_{вых}$ = 15 В, КНИ = 0,085 %) показан на **рис. 8**.

Выходной трансформатор Т1 можно заказать на ООО "Торел" г. Тверь (**http://www.torel.ru/**) под названием "Трансформатор для пяти параллельно включённых ламп ГУ50". Трансформатор намотан на тороидальном магнитопроводе с зазором 0,7 мм с габаритной мощностью 700 Вт. Сначала намотана первая выходная обмотка — 93 витка обмоточного провода 1,22 мм, потом первая анодная обмотка — 700 витков обмоточного провода диаметром 0,51. Затем — аналогичная вторая выходная обмотка и потом — аналогичная вторая анодная обмотка. Анодные обмотки включены последовательно, выходные — параллельно. У этого трансформатора нижняя граничная частота около 90 Гц.

В этом УМЗЧ импульсный блок питания для питания накала ламп ГУ50 применять нельзя по причине просачивания импульсных помех в звуковой сигнал. Ток накала одной лампы — 0,705 ± 0,065 А, поэтому суммарный ток накала — 3,5 А. Напряжение накала необходимо взять от трансформаторного источника питания с выпрямителем. Трансформатор для накальных цепей должен иметь, по крайней мере, три обмотки. Сетевая обмотка на напряжение 230 В и две накальные обмотки с током до 4 А и переменным напряжением 10,6 В. Два выпрямительных диодных моста на каждой обмотке должны быть рассчитаны на ток 10 А. После мостового выпрямителя надо установить конденсатор ёмкостью 10000 мкФ на напряжение 16 В. В этом случае напряжение накала ламп будет около 14 В, при допустимом 14,5 В. При желании на этом же трансформаторе можно разместить и обмотку для источника напряжения −12 В с выходным током до 1 А. Напряжение −12 В должно быть стабилизированным, поэтому потребуется стабилизатор напряжения. Такой трансформатор можно заказать в ООО "Тортранс" г. Ростов-на-Дону (**http://www.transforma-tor.ru/contacts.html**).

При отсутствии ошибок и исправных элементах усилитель начинает работать сразу и в налаживании не нуждается. Для соблюдения условий равенства токов ламп резисторы R10, R13, R16, R19, R22 должны быть с одинаковыми сопротивлениями. Транзисторы VT2—VT6 необходимо установить на теплоотвод через теплопроводящую прокладку с применением термопасты. При выборе теплоотвода необходимо учесть, что на каждом транзисторе рассеивается мощность около 3 Вт, поэтому общая рассеиваемая мощность — 15 Вт. Кроме того, учитывая, что рядом стоят лампы, площадь теплоотвода должна быть с запасом, а он должен быть ограждён от их прямого теплового воздействия. Учитывая, что усилитель и его выходной трансформатор рассчитан на усиление частот выше 90 Гц, то на его входе необходимо применить кроссовер [3, 4] или какой-либо другой. В усилителе не следует уменьшать число каскодных усилителей, так как в этом случае уменьшается усиление выходного каскада, а следовательно, увеличиваются КНИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Жбанов В.** О демпфировании динамических головок. — Радио, 1987, № 4, с. 31—34.

2. **Салтыков О.** ЭМОС или отрицательное выходное сопротивление? — Радио, 1981, № 1, с. 40—44.

3. **Федосов В.** Ламповый кроссовер с перестраиваемыми фильтрами. — Радио, 2022, № 2, с. 7—12.

4. **Федосов В.** СЧ-ВЧ УМЗЧ с двухтактным ламповым выходным каскадом. — Радио, 2022, № 6, с. 19—21.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Дополнительные функции светодиодных ламп-3.
Стробоскоп

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Эта статья продолжает тему расширения функций светодиодных ламп путём их доработки [1, 2]. В ней пойдёт речь о введении в лампу режима стробоскопа или мигалки. Об управлении светодиодными лампами и их устройстве более подробно было рассказано в [1, 2].

Для доработки была выбрана светодиодная лампа торговой марки "Эра" с заявленной мощностью 15 Вт с цоколем E27, "внутренности" которой показаны на **рис. 1**, а её схема и изменения, выделенные цветом, — на **рис. 2**. Ток через светодиоды $I_{сд}$ задают резисторы RS1, RS2 в соответствии с выражением $I_{сд} = 0{,}6 \times (RS1 + RS2)/(RS1 \times RS2) \approx 27$ мА. Реальная мощность, потребляемая этой лампой, оказалась $P \approx U_{пит} \times I_{сд} \approx 8{,}6$ Вт, где $U_{пит} \approx 320$ В (выпрямленное сетевое напряжение). Таковы чудеса китайской электротехники и электроники.

Для начала с платы лампы надо удалить токозадающие резисторы RS1 и RS2. Сделать это можно обычным паяльником, если "разбавить" припой, которым припаяны резисторы, более легкоплавким. Переключателем SA1 можно переключать режимы работы лампы. В верхнем положении к выводу (CS) 4 микросхемы U1 подключён токозадающий резистор R3, поэтому лампа работает в штатном режиме. В нижнем положении к этому выводу через резистор R2 подключён транзистор VT1. Транзистором управляет релаксационный генератор, собранный на динисторе VS1, резисторе R6 и конденсаторе C2.

В этом режиме лампа работает так. После её включения транзистор закрыт, но через микросхему U1 протекает небольшой ток — около 0,2 мА, поэтому светодиоды слабо светят. Через некоторое время конденсатор C2 зарядится через резистор R6 до напряжения открывания динистора VS1 — около 33 В. После этого конденсатор C2 быстро разрядится через резистор R5 и эмиттерный переход транзистора, поэтому он откроется и подключит к микросхеме U1 токозадающий резистор R2. В результате в этот момент светодиоды кратковременно вспыхнут с повышенной яркостью. И хотя сопротивление резистора R2 примерно в четыре раза меньше суммарного сопротивления резисторов RS1 и RS2, импульсный ток будет всего в два-три раза больше номинального, поскольку на открытом транзисторе VT1 падает напряжение несколько долей вольта. В результате ток в импульсе хоть и больше номинального, его среднее значение меньше штатного также в несколько раз. Поэтому лампа нагревается слабо.

Рис. 1

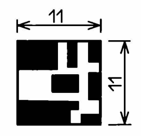


Рис. 3

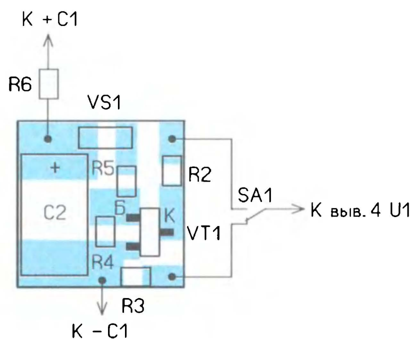


Рис. 4

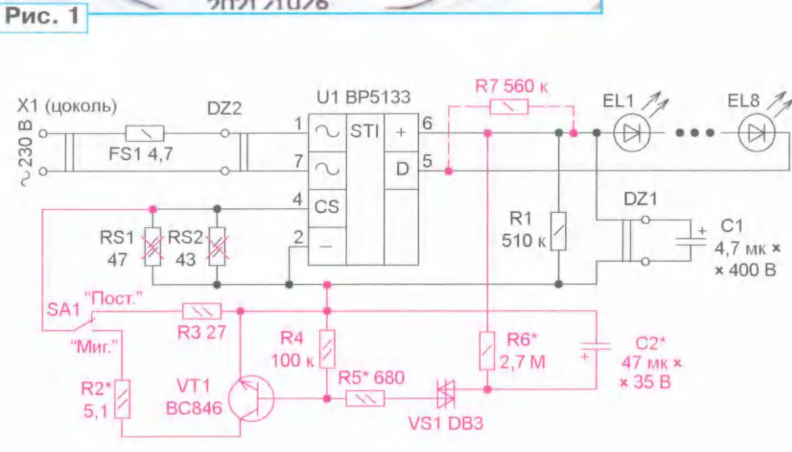


Рис. 2

Большинство элементов устройства размещены на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 0,5 мм. На **рис. 3** показан чертёж платы, а на **рис. 4** — в масштабе 2:1 размещение на ней элементов. Применены резисторы для поверхностного монтажа типоразмера 0805, конденсатор C2 — танталовый типоразмера D. Динистор DB3 — в корпусе SOD-80 (аналог — BR100-03LLD), в корпусе SOT-23 (SMDB3) или с выводами в корпусе DO-35. Переключатель — любой малогабаритный с длинным пластмассовым движком.

Плата устройства приклеена к плате лампы, монтаж проведён обмоточным проводом диаметром 0,15...0,2 мм (**рис. 5**). Переключатель приклеен к пластмассовой прокладке,

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

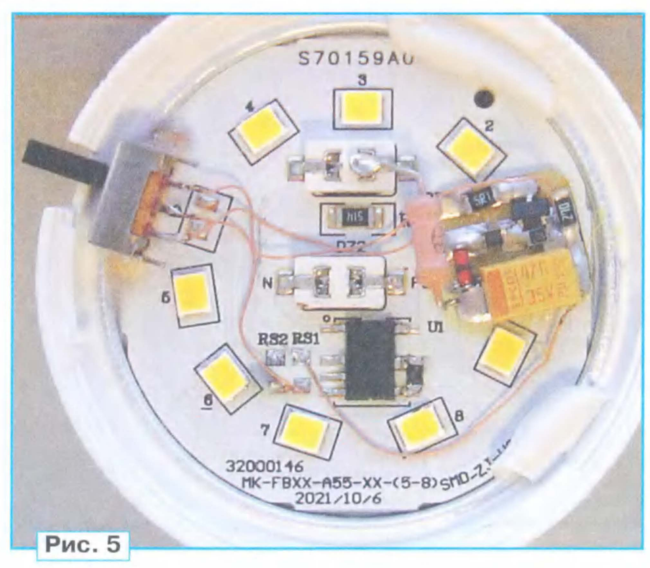


Рис. 5


Рис. 6

которая, в свою очередь, приклеена к плате секундным клеем. В цоколе и в светорассеивателе лампы для движка переключателя вырезаны пазы (**рис. 6**).

Налаживание сводится к установке частоты вспышек подборкой резистора R6 в интервале 470 кОм...3 МОм, чем меньше сопротивление, тем больше частота. Можно подобрать и конденсатор C2 (только в сторону увеличения частоты вспышек за счёт уменьшения ёмкости). Длительность вспышки можно изменить подборкой резистора R5 в интервале 100...1000 Ом. Как сказано выше, между вспышками наблюдается слабое свечение светодиодов, его можно устранить установкой резистора R7.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Дополнительные функции светодиодных ламп. Регулировка яркости и плавный запуск. — Радио, 2023, № 7, с. 44—47.

2. **Нечаев И.** Дополнительные функции светодиодных ламп-2. Таймер. — Радио, 2023, № 8, с. 46—49.

***От редакции**. Чертёж печатной платы находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2023/09/strobo.zip** на нашем ftp-сервере.*

Ёмкостный уровнемер электропроводящих жидкостей с линейной шкалой

***В. КРАВЦОВ**, г. Новороссийск Краснодарского края*

Предлагаемый уровнемер предназначен для дистанционного измерения уровня любой жидкости, имеющей электрическую проводимость, с выдачей результата на внешние устройства отображения в виде постоянного напряжения 0...+10 В, стандартного для систем автоматизации. Прибор обеспечивает линейную зависимость выходного напряжения от уровня жидкости с погрешностью не более 5 %. Для индикации уровня "по месту" используется светодиодная шкала из 11 светодиодов, смонтированных вместе с соответствующим устройством на крышке корпуса.

Передача показаний в контроллер централизованной системы домашней автоматики, обеспечивающей управление различными электроприборами, местный и дистанционный контроль за всеми параметрами с помощью смартфона, производится по трёхпроводному кабелю, вместе с напряжением питания 12...15 В. В упрощённом варианте в месте, удобном для считывания показаний, устанавливаются цифровой или аналоговый вольтметр со шкалой 0...100 % и сетевой стабилизированный блок питания, обеспечивающий ток до 100 мА. Как вариант, для периодического измерения уровня можно кнопкой без фиксации подключать уровнемер и вторичный прибор к небольшой батарее из аккумуляторов или гальванических элементов на соответствующее напряжение. В случае необходимости вторичный прибор можно дополнить несколькими регулируемыми пороговыми устройствами для организации световой и звуковой сигнализации достижения определённых уровней и обеспечения автоматического заполнения или откачки контролируемой ёмкости в заданном интервале уровней. Схемы таких устройств, как правило, разрабатываются для конкретной ситуации, а их прототипы можно найти на просторах Интернета, и в рамках данной статьи они не рассматриваются.

Структурно уровнемер состоит из изолированного измерительного зонда, погружённого в измеряемую жидкость и меняющего электрическую ёмкость прямо пропорционально её уровню, генератора, частота которого обратно пропорциональна ёмкости зонда, линейного частотного детектора с инверсной характеристикой, когда его выходное напряжение пропорционально увеличивается с уменьшением частоты, узла компенсации начального смещения и масштабирования выходного сигнала до стандартной величины. Областью применения уровнемера в домашнем хозяйстве является дистанционный контроль уровня воды в различных накопительных ёмкостях, бассейнах, дренажных колодцах, расширительных баках систем отопления, септиках и тому подобное.

В качестве измерительного зонда в устройстве используется металлопластиковая труба, обычно применяемая в системах водоснабжения. Она имеет многослойную структуру, включающую слой алюминия толщиной 0,2 мм, защищённый внешним слоем полиэтилена. В авторском варианте использована недорогая шовная труба диаметром 16 мм с толщиной стенки 2 мм. Измеренная погонная ёмкость этой трубы между алюминиевой прослойкой и электропроводящей жидкостью снаружи

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

составляет примерно 140 пФ на каждые 10 см длины. При использовании металлопластиковых труб разных производителей ёмкость, вероятно, будет отличаться от этого значения, и может потребоваться коррекция номиналов некоторых элементов уровнемера. Длина трубы выбирается исходя из высоты контролируемой ёмкости с запасом 15...20 см.

В верхней части закрепляется корпус прибора, внутри которого удаляется часть наружного слоя трубы до алюминиевой прослойки, которая коротким проводником соединяется со входом генератора. Нижний торец трубы тщательно изолируется от попадания жидкости внутрь и на алюминиевую прослойку. Для этого в отверстие трубы устанавливается резиновая пробка, а затем поверх надевается отрезок подходящей клеевой термоусаживаемой трубки, и всё герметизируется. Общий провод уровнемера должен иметь контакт с жидкостью. Если контролируемый сосуд металлический, то эта цепь просто соединяется с корпусом, в противном случае общий провод в виде неизолированного проводника просто опускается в воду рядом с зондом. В одном из вариантов исполнения зонда на нижний край трубы наполовину насаживается небольшая трубка, изготовленная из медной или латунной полоски шириной 3 см и толщиной около 0,2 мм. К трубке изнутри припаивается гибкий проводник сечением 1 мм^2, выводится в корпус прибора и подключается к общей цепи уровнемера. Затем, на уровне торца трубы, внутрь неё вставляется небольшая пробка, и всё углубление заливается силиконовым герметиком или термоклеем. Для крепления зонда на ёмкости используется кабельный сальник PG21.

Схема уровнемера приведена на **рис. 1**. Измерительный зонд подключается в качестве частотозадающего конденсатора к генератору на таймере DA2. Конденсатор C2, подключённый параллельно входу, предназначен для уменьшения пределов изменения частоты генератора при увеличении уровня от нуля до максимального, что способствует более линейному преобразованию частоты в сигнал уровня. Кроме того, чтобы частота генератора на таймере линейно зависела от ёмкости, как показали эксперименты, её минимальное значение должно быть больше 500 пФ. В авторском варианте частота генератора изменяется от 29 кГц до 14 кГц при изменении уровня от 0 до 1 м. При использовании металлопластиковых труб иных производителей нижняя частота при уровне 1 м может значительно отличаться от приведённой. В этом случае подборкой резистора R2 и конденсатора C2 добиваются примерно двукратного изменения частоты генерации при погружении зонда в ёмкость глубиной 1 м и минимального отклонения от выше приведённых значений. В противном случае может понадобиться коррекция номиналов остальных элементов.

Преобразование прямоугольных импульсов с изменяющейся частотой в сигнал постоянного тока производится с помощью RC-цепи R5C6 и амплитудного детектора, реализованного на операционном усилителе DA4, резисторе R7, конденсаторе C5 и диоде VD4. При нулевом уровне в ёмкости напряжение на выходе этого преобразователя составляет около 2,2 В и увеличивается примерно на 0,4 В на каждый метр измеряемого столба воды. Для компенсации начального смещения используется операционный усилитель DA6.1, на неинвертирующий вход которого поступает сигнал, прямо пропорциональный уровню жидкости, а на инвертирующий вход — стабилизированное напряжение около 2,2 В от подстроечного резистора R8, которым устанавливают нулевые показания. Дополнительно этим каскадом производится усиление полезного сигнала примерно в пять раз. Таким образом, при изменении уровня контролируемой жидкости от 0 до 1 м напряжение на выходе ОУ DA6.1 изменяется от 0 до 2 В, при достижении 2 м напряжение станет равным 4 В и т. д.

Затем сигнал дополнительно сглаживается и масштабируется до 10 В с помощью операционного усилителя DA6.2 и подстроечного резистора R13. В большинстве случаев требуемый интервал измерения уровня отличается от 0...1 м, поэтому прибор калибруется на показания процента заполнения ёмкости от 0 до 100 %. С указанными на схеме номиналами резисторов R13, R17, R18 100 % показания можно установить при любых максимальных уровнях от 0,5 м до 2 м. Этот интервал можно легко изменить в любую сторону путём коррекции номиналов этих резисторов. Устройство обеспечивает достаточно высокую линейность показаний от уровня. При точной настройке погрешность преобразования может быть менее 1 %, а основные ошибки вносит температурная нестабильность зонда.

Требуемое для корректной работы операционных усилителей DA4 и DA6 напряжение −5 В вырабатывается преобразователем полярности напряжения на таймере DA1, резисторе R1, конденсаторах C1, C4, C7, стабилитроне VD2 и диоде VD3. Стабилизация этого напряжения осуществляется стабилитроном VD2. В роли гасящего резистора для стабилитрона выступает конденсатор C4 относительно небольшой

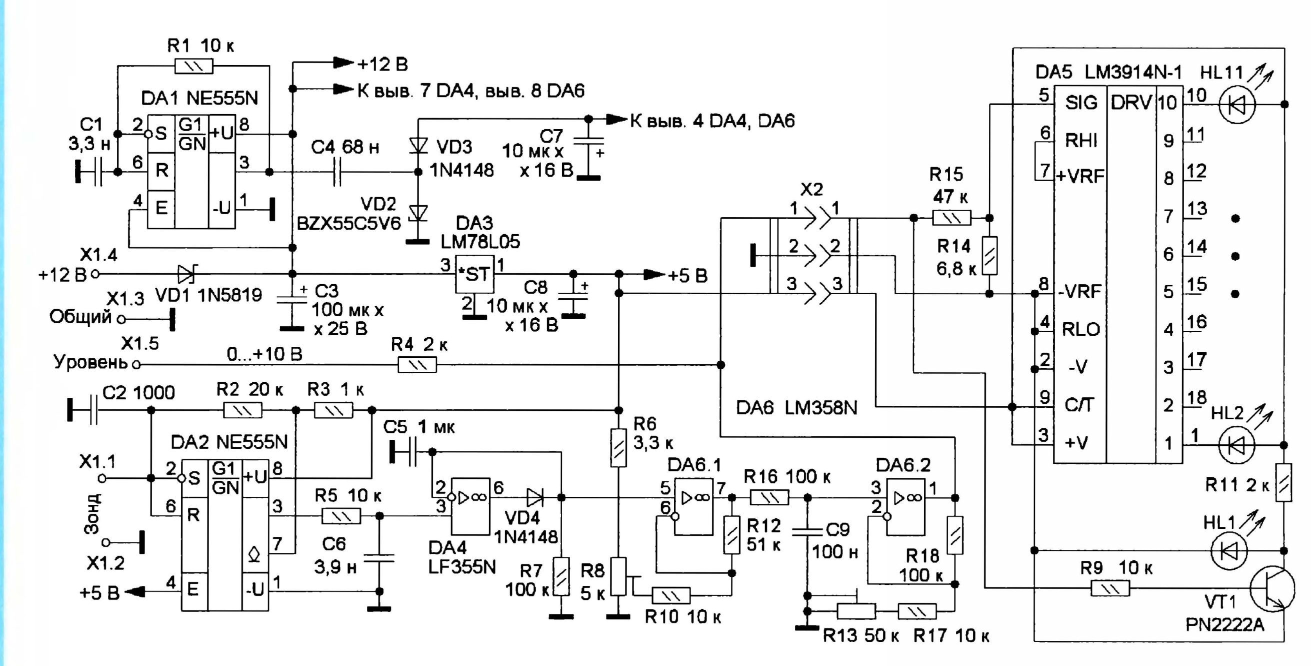
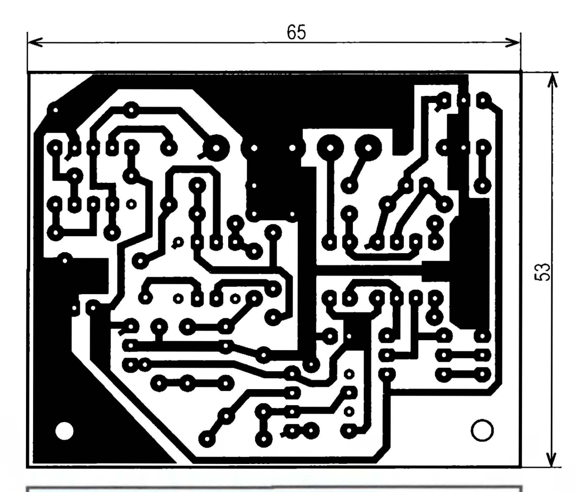


Рис. 1



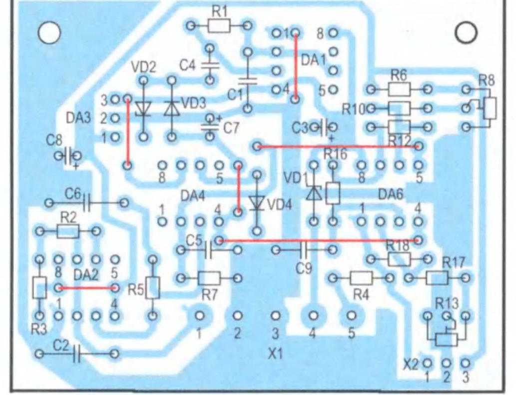
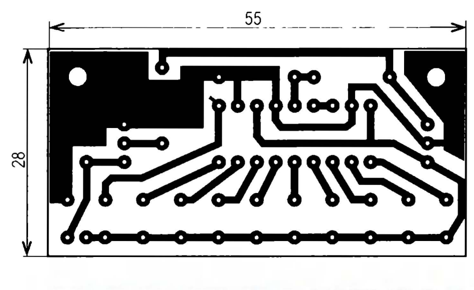


Рис. 2

в напряжение, их компоненты должны быть высокостабильными, а номиналы близки к рекомендованным в схеме. Дополнительно таймер DA2 питается стабильным напряжением +5 В с выхода микросхемы DA3. Модуль индикации уровня "по месту" выполнен на специализированной микросхеме DA5 и 11 светодиодах, включённых по стандартной схеме. Делитель напряжения R14R15 обеспечивает зажигание последнего 11-го светодиода при выходном напряжении уровнемера, равном 10 В. При нулевом уровне основная линейка светодиодов погашена, а светится только светодиод HL1. Все элементы смонтированы на отдельной плате, установленной на крышке прибора, и связаны с основной частью разъёмным соединением. Этот узел никак не влияет на работу уровнемера и может отсутствовать.

Все элементы уровнемера размещены на двух печатных платах из одностороннего фольгированного стеклотекстолита FR4 толщиной

отличие от приведённых в схеме, с помощью подстроечных резисторов R8, R13 результирующие показания легко корректируются. Особое внимание следует уделить конденсаторам C2 и C6, в качестве которых желательно применить полистирольные конденсаторы типа K71-7, слюдяные K31-11-3, керамические КМ-4а, КМ-5а с группой ТКЕ не хуже M47 или зарубежные аналоги. Остальные конденсаторы, кроме оксидных, любого типа, подходящие по ёмкости и габаритам. Оксидные конденсаторы — K50-35, K50-68, K50-96 или импортные аналоги. Все постоянные резисторы — C2-14, C2-36 или стабильные импортные, с допуском по отклонению сопротивления до 1 % и мощностью 0,125 Вт. Подстроечные резисторы R8, R13 должны быть многооборотными, например СП5-2ВБ, 3296W-1 производства Bourns или аналогичными. Таймеры DA1, DA2 заменяются на HA17555 или отечественными КР1006ВИ1. Выбор ОУ в качестве замены LF355N невелик. Для замены проверены с десяток различных ОУ, импортных и отечественных, но подошли только импортный LF355N и отечественный КР140УД8А. Заменить ОУ LM358N можно на RC4558D или отечественный КР1401УД5. Стабилизатор LM78L05 можно заменить любым малогабаритным в корпусе TO-92 с выходным напряжением +5 В, например КР1157ЕН5, КР1181ЕН5 и т. д. В модуле индикации транзистор VT1 может быть любым маломощным структуры n-p-n, например P2N2222A или серий KT342, BC547, BC546. Микросхема LM3914N-1 (DA5) не имеет полного отечественного аналога и не рекомендована к замене. Светодиоды — импортные с корпусом



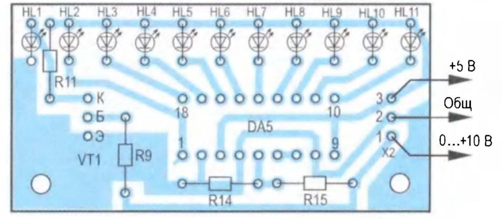


Рис. 3

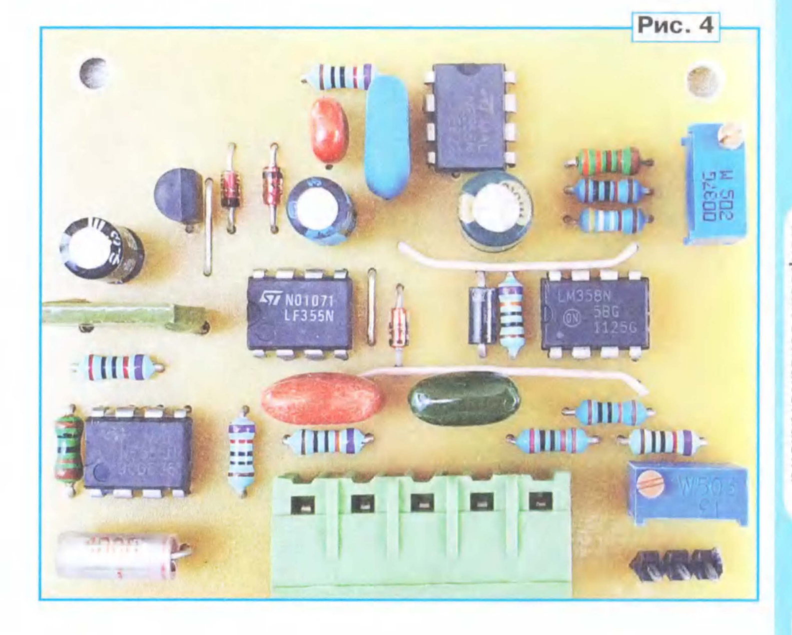


Рис. 4

ёмкости. Для исключения возможности перегрузки таймера и стабилитрона при повторении конструкции не следует сильно изменять номиналы этих элементов. Так как основную погрешность при измерении уровня вносят узел генератора и преобразователь частоты

1,5 мм, чертежи которых показаны на **рис. 2** и **рис. 3**. Некоторые элементы должны быть высокостабильными, так как от этого зависит достоверность измерения в широком интервале рабочих температур, но их номинальные параметры могут иметь небольшое

диаметром 3 мм и разным свечением, HL1 — синего, HL11 — зелёного, остальные — жёлтого.

Подключение модуля индикации уровня к основной плате производится посредством трёхконтактного штыревого разъёма X2 серии PLS с гнездо-

вой частью PLD. Внешние подключения к плате осуществляются с помощью разъёмного клеммного блока X1 2EDGRC-5.08-05p-14-00AH с ответной частью 2EDGK-5.08-05p-14-00AH. Вид смонтированной основной печатной платы приведён на **рис. 4**. Все элементы устройства размещены в корпусе размерами 100×100×50 мм, в качестве которого применена ответвительная коробка DKC, на которой смонтированы два кабельных сальника PG21 для крепления измерительного зонда и PG9 для подключения внешнего кабеля питания и индикации. Внешний вид уровнемера в сборе показан на **рис. 5**.

восприниматься как 100 %. Сначала резистором R8 устанавливают нулевые показания на выходе, а затем, опустив зонд в воду, подстроечным резистором R13 добиваются появления выходного напряжения 10 В. Если пределов регулировки режимов с помощью резисторов R8 и R13 недостаточно, то, скорее всего, погонная ёмкость использованной металлопластиковой трубы значительно отличается от использованной автором, и придётся корректировать номиналы резисторов R2, R5 и конденсаторов C2, C6. В некоторых случаях за нулевой уровень контролируемой жидкости

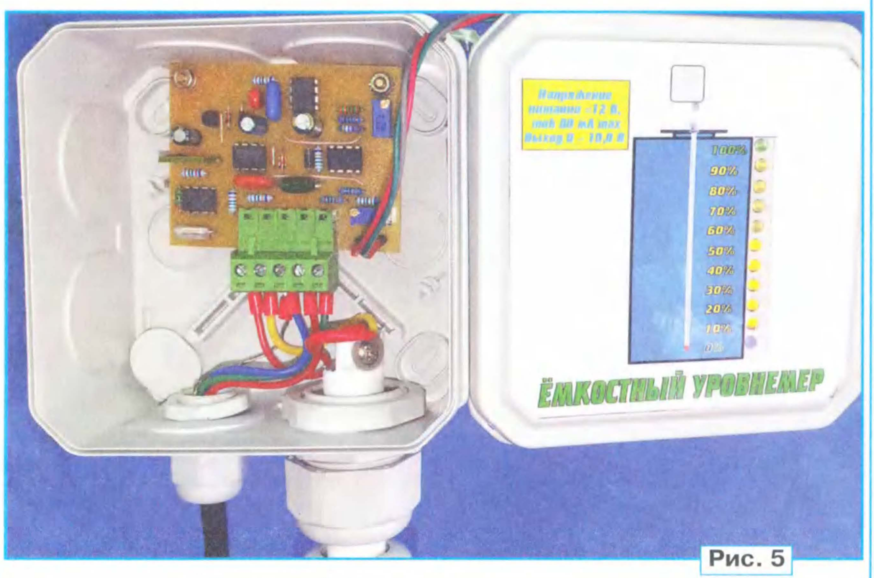


Рис. 5

После окончания монтажа печатных плат и проверки их на отсутствие нештатных соединений между элементами необходимо проверить работоспособность устройства без подключения зонда и модуля индикации. На клеммы 3 и 4 разъёма X1 подают напряжение питания 12...15 В и проверяют ток потребления, который не должен превышать 35 мА. Осциллографом проверяется наличие генерации с частотой около 30 кГц на выходе таймера DA2, постоянного напряжения 2,2...2,5 В на неинвертирующем входе (вывод 5) ОУ DA6.1 и напряжения питания +5 В и −5 В в соответствующих точках.

Затем подключают модуль индикации к разъёму X2 и измерительный прибор — к выходу X1.5 уровнемера. Вращением оси подстроечного резистора R8 добиваются нулевых показаний и зажигания светодиода HL1 модуля местной индикации. Далее между контактами X1.1 и X1.2 временно подключают конденсатор ёмкостью около 1500 пФ. Подстроечным резистором R13 добиваются появления на выходе напряжения 10 В и зажигания последнего светодиода. Если испытания прошли удачно, производится полная сборка устройства с подключением измерительного зонда. Для точной настройки уровнемера потребуется ёмкость с водой, налитой до уровня, который в дальнейшем будет требуется принимать некоторое начальное значение, отличное от нуля. В этом случае удобно использовать две ёмкости, уровни воды в которых соответствуют требуемым 0 и 100 %. Вначале зонд опускают в ёмкость с уровнем воды, соответствующим 0 %, и подстроечным резистором R8 устанавливают нулевые показания, а затем во второй ёмкости резистором R13 устанавливают показания 100 %. Подстройку по нулевому и максимальному уровням следует повторить несколько раз из-за небольшого взаимного влияния настроек.

По окончании налаживания платы покрывают защитным лаком для исключения влияния влажности воздуха на показания и монтируют устройство на контролируемую ёмкость. В процессе эксплуатации, особенно если зонд установлен в загрязнённой жидкости, например в канализационном колодце или приямке, требуется его периодическая очистка от загрязняющих частиц. Для этого достаточно отпустить уплотняющую гайку сальника PG21 и просто вынуть зонд из ёмкости.

От редакции. *Чертежи печатных плат находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2023/09/level.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Триггерная "кнопка" с функцией памяти состояния

В. СУРОВ, г. Горно-Алтайск

Неоднократно приходилось сталкиваться с необходимостью управления каким-нибудь устройством (механизмом) с помощью компактной триггерной кнопки с функцией памяти состояния. То есть при каждом нажатии на нефиксируемую кнопку состояние выхода должно изменяться на противоположное, а при каждом включении устройства сигнал на выходе соответствовал тому, каким он был перед выключением. Для большей универсальности было решено разработать такое устройство, способное работать с разными видами входных сигналов.

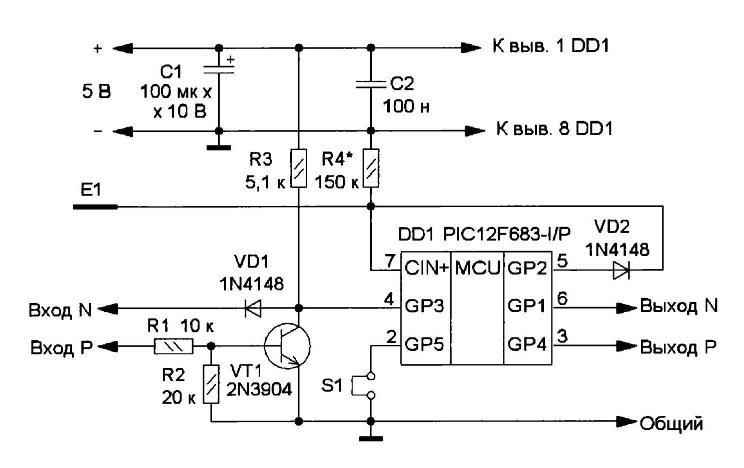


Схема устройства показана на **рисунке**. Его основой является микроконтроллер (МК) DD1. Управление двумя инверсными выходами "Выход N" и "Выход P" осуществляется с помощью трёх входов. "Вход N" реагирует на спад управляющего сигнала, "Вход P" — на фронт управляющего сигнала, а ёмкостный контакт E — на прикосновение. Существует возможность как отдельного управления с помощью каждого входа, так и совместный режим. С помощью выходных сигналов, в зависимости от типа нагрузки, можно управлять транзисторами или оптронами, которые на схеме не показаны.

При отсутствии перемычки S1 активизируется функция памяти состояния выходов перед выключением устройства. Если перемычка установлена, функция памяти состояния отключена.

Питается устройство от стабилизированного источника с выходным напряжением 5 В. Конденсаторы C1 и C2 предназначены для фильтрации питающего напряжения. В случае необходимости питания от более высокого напряжения следует использовать подходящий стабилизатор напряжения. В ходе экспериментов также проверялась работа устройства при напряжении питания 3 В (элемент SR2032), никаких отклонений и сбоев в работе не выявлено.

За основу организации сенсорного управления взято предложение от Microchip [1], где задействованы внутренний компаратор и таймер МК. Резистор R4 и ёмкость цепи сенсорного датчика E1 в составе интегрированного в МК компаратора образуют генератор, частота которого должна находиться в диапазоне от 100 кГц до 400 кГц. При необходимости частоту генерации можно подстроить подборкой резистора R4. С выхода компаратора импульсная последовательность поступает на счётный вход таймера TMR0 с подключённым делителем на 256. Далее происходит подсчёт числа импульсов за заданный интервал времени (100 мс). Касание сенсорной кнопки пальцем приводит к снижению частоты генерации и, соответственно, частоты переключения компаратора. Таким образом, считывая по циклу значение TMR0 через заданное фиксированное время и сравнивая его с ранее записанным, можно сделать вывод о касании кнопки.

Алгоритм работы устройства таков, что при каждом включении устройства программа тестирует состояние сенсорного датчика E1, и полученный результат определяется как ненажатая кнопка, поэтому во избежание ложных срабатываний касаться сенсорного контакта E1 в момент подачи питания на устройство нельзя. Но в любом случае, при использовании сенсорного датчика, необходимо использовать минимальную длину провода до сенсорной пластины. Необходимые размеры пластины подбираются исходя из конкретных условий применения. В ходе экспериментов устройство чётко работало как от пластины площадью 5 см^2, так и от шляпки обычного шурупа.

Цепь R1R2VT1 формирует управляющий сигнал на входе GP3 МК при поступлении фронта сигнала на "Входе P", через диод VD1 спад управляющего сигнала поступает на этот же вход МК с "Входа N". Резистор R3 подтягивает вход МК к плюсу питания. Плюсовое напряжение на "Входе P" зависит от номинала резистора R1 и может достигать десятков, а при правильной разводке платы и увеличении номинала и мощности этого резистора — сотни вольт.

Если функция сенсорного управления не требуется, элементы R4VD2 можно не устанавливать, а вывод 7 МК необходимо соединить с общим проводом, т. е. с выводом 8. В случае работы только с ёмкостным сенсором неиспользуемые элементы R1R2VT1VD1 также можно удалить. Резистор R4 удалять нельзя.

Учитывая, что состояние выходов МК при каждом изменении записывается в EEPROM, необходимо знать о максимально гарантированном числе циклов записи/стирания. Например, для МК серии PIC12F675 производитель гарантирует 100 тысяч циклов перезаписи в каждую ячейку памяти. А вот для МК серии PIC12F683, выполненного по Nano Watt технологии, это число достигает 1 млн [2]. По факту эти значения зависят от конкретного экземпляра МК и температурных условий его эксплуатации и, как правило, в разы превосходят гарантированные производителем. Поэтому на сайте журнала выложены прошивки для каждого из указанных МК, а какой из них использовать, решит радиолюбитель сам, исходя из своих требований. Разумеется, что в этом устройстве можно использовать любой выбранный МК, не внося изменений в схему. Поскольку устройство простое, его можно собрать на макетной плате.

ЛИТЕРАТУРА

1. AN1202. Capacitive Sensing with PIC10F. — URL: **http://www.t-es-t.hu/download/microchip/an1202b.pdf** (19.07.23).

2. PIC12F683. — URL: **https://www.microchip.com/en-us/product/PIC12F683** (19.07.23).

От редакции. Hex-файлы для программирования микроконтроллеров находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2023/09/knop.zip** на нашем FTP-сервере.

Низковольтный регулируемый сетевой источник питания

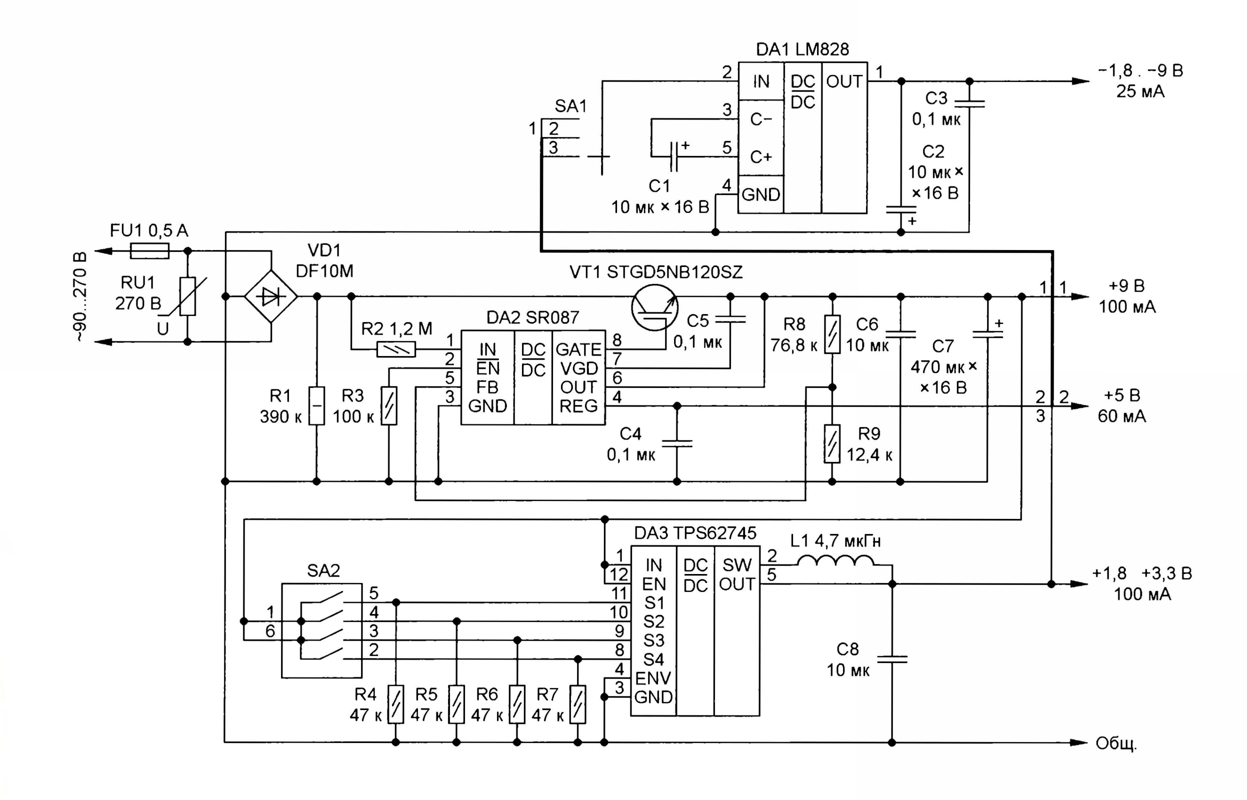
А. КОРНЕВ, г. Одесса, Украина

Одна из основных тенденций развития современной электроники — это снижение потребляемой мощности компонентами и, соответственно, устройством в целом. Нынешняя революция в снижении напряжения питания микросхем происходит по причине роста требований к повышению их экономичности. Сейчас многие радиолюбители применяют низковольтные микросхемы, как аналоговые, так и цифровые, для различного рода мобильных устройств с батарейным питанием. Для налаживания подобных устройств или их питания в стационарных условиях предлагается низковольтный регулируемый сетевой источник питания.

Схема низковольтного регулируемого источника питания изображена на **рисунке**. Он собран на микросхеме DA1 (SR087) [1], которая для своей работы не требует индуктивных элементов. Отличительная особенность источника на этой микросхеме — он предназначен для работы непосредственно от выпрямленного сетевого напряжения без сглаживания пульсаций. Принцип работы весьма прост — включить коммутирующий транзистор VT1, когда выходное напряжение меньше определённого уровня, и выключить его, когда выходное напряжение достигнет этого уровня. Выходное напряжение устанавливают резистивным делителем R8R9 в пределах от 9 В до 50 В [1]. Основное преимущество источника питания состоит в отсутствии высоковольтных конденсаторов и индуктивных элементов.

Выходное напряжение +9 В поступает на вход понижающего DC-DC преобразователя DA3 (TPS62745) [2]. Выходное напряжение этого преобразователя можно регулировать в пределах от 1,8 В до 3,3 В с шагом 100 мВ двоичным кодом (входы микросхемы S1—S4) [2] посредством кодирующего переключателя SA2. Для обеспечения двухполярного питания аналоговых устройств применяется инвертор напряжения DA1 (LM828).

В источнике питания применён металл-оксидный варистор с классификационным напряжением 270 В (RU1). Резисторы R8 и R9 — с допуском не более 1 %, остальные резисторы — с допуском 5 %. Оксидные конденсаторы C1, C2, C7 — алюминиевые, остальные — керамические.



Устройство не имеет гальванической развязки от сети, поэтому при его эксплуатации необходимо соблюдать правила электробезопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. SR086/SR087 — Adjustable Offline Inductorless Switching Regulators. — URL: **https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/OTH/ProductDocuments/DataSheets/20005544A.pdf** (06.07.23).

2. TPS62745 Dual-cell Ultra Low IQ Step Down Converter for Low Power Wireless Applications. — URL: **https://www.farnell.com/datasheets/2036088.pdf** (06.07.23).

Из истории радиосвязи на УКВ

Георгий ЧЛИЯНЦ *(UY5XE), г. Львов, Украина*

В 1965 г. в районе Москвы в рамках финальных соревнований III спартакиады по техническим видам спорта проходил III чемпионат СССР, и его победителем становится Светлана Данильченко (RB5EDL) — воспитанница тренера СЮТ (при фирме "Южмаш") Владимира Владимировича Юрко (RB5ECK, впоследствии за подготовку многих призёров чемпионатов страны ему было присвоено звание "Заслуженный тренер УССР"). Второе место занимает Вайдас Шимонис (UP2ON), а третье место — москвич Игорь Кулаков (UW3CU). Победителем командного первенства второй раз становится команда Литовской ССР.

В середине 1965 г. в журнале "Радио" появляется рубрика "На любительских диапазонах", а с 1966 г. — CQ-U, в которой публикуется информация и для ультракоротковолновиков. Её ведущим был известный ультракоротковолновик из Тарту Карл Каллемаа (UR2BU, до войны и с 1991 г. — ES5D). В этой рубрике помещались достижения в проведении дальних радиосвязей (так называемое "тропо"), с отражением от Луны (EME), с использованием зон полярного сияния ("Аврора"), а также с использованием различных спорадических прохождений через метеоры (MS): "Гемениды", "Леониды", "Метеоры", "Персеиды" и т. д.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2023, № 8



Карл Каллемаа (UR2BU).

У КОГО СКОЛЬКО СТРАН на 145 *Мгц?*

UA1DZ — 30—UA1, UR, OH, UP, SM, DL, OH0, UQ, ON, OK, UC, HB, OE, HG, PA, LA, OZ, G, LZ, YU, DM, UB, UO, UA2, SP, YO, LX, UA9, F, SV1.

UP2ON—27—UP, SP, SM, OK, DL, UA2, UR, OH, UC, UQ, OH0, UA1, LZ, UB, OE, LA, OZ, DM, HB, ON, PA, G, F, YU, LX, SV1, HG.

UR2BU—24—UR, OH, UQ, SM, UP, UA1, SP, OH, OH0, DL, OE, G, ON, LA, OZ, UC, HG, LZ, YU, DM, UB, HB, PA0, UA2.

UA1MC—22—UA1, UR, UP, OH, OH0, SM, LA, UC, UQ, OZ, SP, OK, ON, DL, DM, OE, PA, UB, HG, UO, LX, G.

Журнал "Радио" № 5 за 1966 г., с. 17.



Светлана Данильченко (RB5EDL).

12 августа UA1MC и UW3FL проводят первое в СССР MS-QSO на 144 МГц, а на следующий день UW3FL получает от UA1DZ телеграмму на проведение аналогичной радиосвязи (используя т.н. "персеиды").



Телеграмма от UA1DZ.

Телеграмма от UA1DZ.



QSL UA1MC.

22 декабря 1965 г. Вайдас Шимонис (UP2ON) проводит первую связь СССР—США. Его корреспондентом (через американский спутник Oskar-4 — "430/144 МГц") был K2GUN.

В 1966 г. на Арабатской стрелке (в районе Геническа Херсонской обл.) проводился очередной IV чемпионат СССР, и его выиграл UA1DZ. Первое место в командном первенстве заняла сборная УССР.

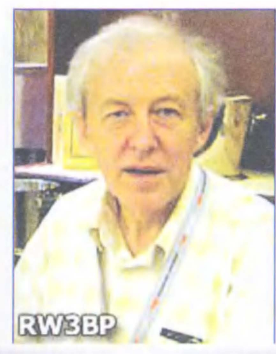
В 1967 г. чемпионат СССР не проводился.

Примечание. Учитывая нестабильность в проведении чемпионатов СССР, с 1973 г. стали проводиться аналогичные чемпионаты УССР. Более того, в 1976 г. они были проведены со статусом "открытый", и в нём приняла участие сборная РСФСР.


Геннадий Шустко (UW3IP).

11 сентября 1968 г. на Арабатской стрелке был проведён V чемпионат СССР. Чемпионом страны становится Геннадий Шустко (UW3IP) из Подмосковья. Второй была RB5EDL. Третье место занял UA1DZ. В командном первенстве вторыми была сборная РСФСР, а третьими — сборная Москвы.

В 1968 г. были проведены первые Всесоюзные соревнования сельских ультракоротковолновиков на приз журнала "Радио", в которых первое место занял Тукумский район (Латвийская ССР), который выставил 22 команды.



Сергей Жутяев (RW3BP).

В 1969 г. VI чемпионат СССР проводился в районе Москвы, и его выиграл москвич Сергей Жутяев (UW3FL, ныне — RW3BP). Командное первенство выигрывает сборная команда Москвы.

Примечание. Трансвертерные приставки UW3FL на 144 МГц и 432 МГц к трансиверу 28 МГц, которые были опубликованы в 70-е годы в журнале "Радио", а в 1981 г. был добавлен диапазон 1296 МГц, и в МРБ (№ 1037) вышла книга "Любительская УКВ-радиостанция", много лет повторяли сотни желающих освоить эти диапазоны.

В сентябре 1970 г. был проведён VII чемпионат СССР, который проходил в рамках V Всесоюзной спартакиады по техническим видам спорта, он был посвящён 100-летию со дня рождения В. И. Ленина. Чемпионом страны и победителем спартакиады стал Юлий Черкасов (UK5JAL) из Севастополя, а команда УССР уверенно заняла первое место.


Юлий Черкасов (UK5JAL).

В 1971—1976 гг., в 1978 г. и в 1980 г. чемпионаты СССР не проводились.

В 1974 г. ФРС СССР объявляет конкурс на лучший ретранслятор на 144/28 МГц. Победили и первыми получили "Разрешение" на их изготовление и эксплуатацию ФРС Киева и Москвы. Эти ретрансляторы демонстрировались на XXV Всесоюзной радиовыставке.

В 1975 г. "Полевой день" выиграла команда UC2AAB (Георгий Грищук (UC2AAB), В. Малышев и Э. Хоменко).

Примечание. Команды БССР до 1978 г. были призёрами соревнований "Полевой день" (занимали вторые и третьи места), а в 1978 г. повторили победу — команда UK2ABG (Георгий Грищук (UC2AAB), Валентин Бензарь (UC2AA) и В. Малышев) выиграла "Полевой день".


Вячеслав Чернышев (UA1MC).

В 1977 г. возобновляется проведение чемпионатов СССР (так называемая их "вторая серия"). Абсолютным чемпионом страны (второй раз) на VIII чемпионате СССР стал Юлий Черкасов. Командное первенство выиграла команда Ленинграда.

11—14 сентября 1979 г. в г. Мелитополе Запорожской обл. проходил очередной чемпионат, который выиграл Вячеслав Чернышев (UA1MC). Командное первое место заняла сборная БССР.

19 января 1981 г. ужгородец Вячеслав Баранов (UT5DL) на диапазоне "144 МГц" провёл первое EME-QSO СССР—США. Его корреспондентом был K1WHS.



QSL K1WHS.

27 марта 1982 г. было проведено первое EME-QSO между СССР и Латинской Америкой — корреспондентом Александра Барышева (UA3TCF) из Шалдаха (Новгородская обл.) стал венесуэлец YV5ZZ (расстояние — 10300 км).

25—28 июня 1982 г. около Каунаса были проведены показательные QSO's через ИСЗ "Радио", которые позже преобразовались во Всесоюзные соревнования "Космос".

9—13 сентября 1982 г. около Геническа состоялся X чемпионат СССР, и Вячеслав Баранов (UT5DL) стал абсолютным чемпионом страны. Командное первенство выиграла сборная УССР.


Вячеслав Баранов (UT5DL).

В 1983 г. в Клайпеде были проведены первые соревнования "Космос-83", победителем которых стал Михаил Клоков (оператор UK0AMM, позже — RZ9UA, ныне — UA9PM, заслуженный мастер спорта России). Вторым был Виктор Анацкий (оператор UK6LAZ, ныне — UN5L), третьим — Александр Борисов (UA9FDZ).

7—11 сентября 1984 г. на Арабатской стрелке проходил XI чемпионат



Призёры соревнований "Космос-83" (слева направо): В. Анацкий, М. Клоков, А. Борисов.



Медаль за соревнования "Космос-85".



Медаль "Чемпион СССР".

СССР. В четвёртый раз подряд дипломы Спорткомитета и Кубок ЦК ДОСААФ СССР завоевала сборная Украины. В составе команды в очередной раз был UT5DL, который в третий раз завоевал золотую медаль и звание чемпиона СССР в "многоборье".

В 1984 г. в г. Александрове Владимирской обл. были проведены соревнования "Космос-84". Победил Юрий Гребнев (UA9ACN, позже — RA9AA, RA3XX, мастер спорта международного класса СССР) из Миасса. Вторым был Александр Борисов (UA9FDZ) из Перми. Третье место завоевал В. Артамонов (UC2-009-504) из Молодечно.

В 1984 г. на Всесоюзных соревнованиях юных ультракоротковолновиков на приз журнала "Радио" с 1-го по 35-е место заняли команды Херсонской области. В этом была заслуга энтузиаста УКВ, работника областного Управления Минпроса Николая Задорожного (RB5GAB, в начале 80-х годов — тренер сборной УССР, US7GA, судья всесоюзной категории, был награждён значками "Почётный радист" и "Відмінник народної освіти УРСР").

6—10 сентября 1985 г. на Арабатской стрелке проходил XII чемпионат СССР, который выиграл Павел Корнилов (RW3QQ, SK) из Воронежа. Второе место занял Михаил Козеродов (UA4NM), а третье — Анатолий Бабич (UY5HF). Командное первенство выиграла сборная РСФСР.

В конце августа 1985 г. в Клайпеде были проведены соревнования "Космос-85", которые выиграл Юрий Гребнев (RA9AA). Второе место занял Анатолий Власов (UV9FB) из Перми, а третьим был Николай Мясников (UA3DJG) из Подмосковья.

5—9 сентября 1986 г. около Каунаса проходил очередной XIII чемпионат СССР, который выиграл москвич Александр Тараканов (UA3AGX, ныне — WB2AA), а сборная Москвы выиграла командное первенство.


Александр Тараканов (UA3AGX).

11—13 сентября 1987 г. около Полтавы проходил XIV чемпионат СССР, в котором второй раз победил UA3AGX, а сборная УССР выиграла командное первенство.

7—11 сентября 1988 г. Арабатская стрелка пятый раз принимала участников XVI чемпионата СССР. Чемпионом страны стал молодой Олег Дудниченко (RB5GD, ранее — UB5GAY) из Херсона, а сборная УССР в девятый раз выиграла командное первенство.

Осенью 1989 г. в Клайпеде был проведён XVI чемпионат СССР, который был последним в истории их проведения. Чемпионом стал Тойво Халликиви (UR2RRR). Сборная команда Эстонской ССР выиграла командное первенство.

Примечание.

— С 1965 г. и по 1989 г. были проведены 15 официальных чемпионатов СССР, в которых побеждали сборные команды УССР — семь раз, Литовской ССР и Москвы — по два раза, Белорусской ССР, Ленинграда, РСФСР и Эстонской ССР — по одному разу;

— Восемь украинских спортсменов были удостоены золотых медалей чемпионов СССР, спортсмены Ленинграда, Москвы и РСФСР — по два раза, а Эстонской ССР — один раз;

— Первый чемпионат (1964 г.) не учтён, поскольку в нём командные места среди сборных команд республик не подводились.

Сборную УССР последние годы представляли мастера спорта международного класса СССР Анатолий Бабич (UY5HF), Олег Дудниченко (RB5GD) и Вячеслав Гаранжа (UY5HN — тренер команды, позже был награждён значком "Почётный радист" и медалью Госкомспорта СССР "Тренер чемпиона"), а также Вячеслав Баранов (UT5DL).

Следует привести список активных ультракоротковолновиков, с которыми познакомился как на соревнованиях и различных мероприятиях, которые проводили ЦРК и ФРС, так и принимая их в своём доме: Олег Архипов (RW3TJ — Нижний Новгород, мастер спорта международного класса России, "Почётный радист"), Вячеслав Чернышев (UA1MC — Санкт-Петербург, судья всесоюзной категории, SK), Никита Палиенко (US0WA — Львов, ранее — RB5WAA, SK), Сергей Бунин (UR5UN — Киев, ранее — UB5UN, д-р техн. наук, профессор, "Почётный радист"), Карл Фехтел (036026, UB5WN — Львов, позже в Киеве — UX5WN, "Почётный радист", "Мастер радиолюбительского спорта ДОСААФ", SK [10]), ужгородцы [11] Вячеслав Баранов (UT5DL, мастер спорта международного класса СССР, "Почётный радист", судья республиканской категории), Дмитрий Павлик (UZ5DX, ранее в Виннице — UT8NA, в Керчи — UU1AZ, мастер спорта международного класса), Владислав Довбака (UZ5DZ, ранее — UB5DZZ), Пётр Гаврилко (UZ5DU) и их "коллективка" — UR7DWW.

Отдельным "блоком" выделю Международные очно-заочные соревнования среди команд соцстран (МГПД — "Победа" [12], которые, по предложению ГДР, стали проводиться с 1979 г.). Приведу состав команды, когда сборная СССР занимала первые места:


Сборная УССР (слева направо): UB5GAY, UY5HN, UY5HF и UT5DL.



Почтовая марка и значок ИСЗ "РС".

ЛИТЕРАТУРА

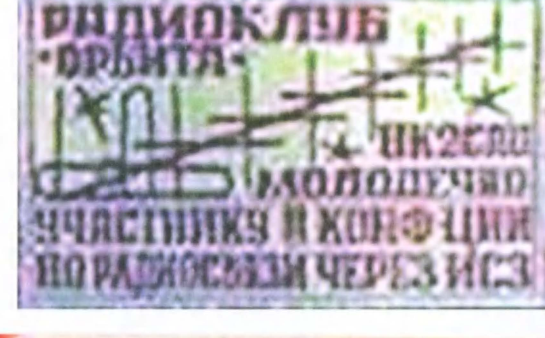
10. **Члиянц Г.** (UY5XE). История Львовского радиоклуба (1946—1991 гг.). — Львов, 2013.

11. **Члиянц Г.** (UY5XE). Закарпатцы на диапазонах УКВ. — Львов, 2015.

12. **Члиянц Г.** (UY5XE). История любительской радиосвязи на УКВ. — Львов, 2009.









Значки семинаров и конференций.

— 1979 г. (ГДР), 1980 г. (ЧССР), 1981 г. (СССР, Могилёв): Юрий Гребнев (UA9ACN), Георгий Грищук (UC2AAB), Сергей Федосеев (UC2ABT), Стасис Кежелис (UP2BAR) и Алоизас Ванчаускас (UP2BBC);

— 1982 г. (ВНР): Вячеслав Чернышев (UA1MC), Валентин Бензарь (UC2AA), Георгий Грищук (UC2AAB), Сергей Федосеев (UC2ABT) и Стасис Кежелис (UP2BAR);

— 1983 г. (НРБ): Валентин Бензарь (UC2AA), Георгий Грищук (UC2AAB), Сергей Федосеев (UC2ABT), Стасис Кежелис (UP2BAR) и Вячеслав Баранов (UT5DL);

— 1984 г. (ВНР, Кекчемет), 1985 г. (ГДР, Нойбрандербург): Олег Дудниченко (RB5GD), Сергей Федосеев (RC2AA), Михаил Козеродов (UA4NW), Стасис Кежелис (UP2BAR), Вячеслав Баранов (UT5DL) и Анатолий Бабич (UY5HF);

— 1986 г. (ПНР, Катовице), 1987 г. (ЧССР, Моравия): Олег Дудниченко (RB5GD), Сергей Федосеев (RC2AA), Михаил Козеродов (UA4NW), Георгий Грищук (UC2AAB), Вячеслав Баранов (UT5DL) и Анатолий Бабич (UY5HF).

— 1988 г. (СССР, Могилёв), 1989 г. (ВНР).

В разные годы (кроме тех, в которые были заняты первые места) за сборную страны выступали Виктор Тарутин (RA1AKC — 1979 г. и 1980 г.), Вячеслав Чернышев (UA1MC — 1979 г.), Валентин Бензарь (UC2AA — 1984 г.), Георгий Грищук (UC2AAB — 1979 г., 1980 г. и 1984 г.), Сергей Федосеев (UC2ABT — 1979 г. и RC2AA — 1984 г.), Стасис Кежелис (UP2BAR — 1979 г., 1980 г. и 1984 г.) и Сергей Жутяев (UW3FL — 1979 г.).



Значки соревнований.

<u>Примечание</u>. *Всем спортсменам (кроме RA1AKC и UW3FL) были присвоены спортивные звания "Мастер спорта СССР международного класса" (МСМК СССР).*

В 1978 г. были запущены радиолюбительские ИСЗ серии "РС" ("Радио-1" и "Радио-2").

В рамках подготовки к их запуску стали проводиться различные семинары и конференции.

В последующие годы стали развиваться более высокочастотные диапазоны [11]. Например, в коллекции украинских DX-менов появились уникальные и престижные награды ARRL и журнала "CQ":

— Plaque 12B WAZ — UX0FF (единственный в мире);

— VUCC "1296 Mhz" — UR7DWW (31 "страна");

— VUCC "5,7 Ghz" — UR7DWW (20 "стран");

— VUCC "10 Ghz" — UR7DWW (46 "стран"), UZ5DZ (10 "стран").

Из начинки одноразовых электронных сигарет. Карманный фонарь

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

О конструкции одноразовых электронных сигарет (ОЭС) и возможности использования входящих в них радиоэлементов было рассказано в [1]. Эта статья продолжает тему, и в ней будет приведено описание конструкции карманного фонаря. Донором для этой конструкции стала ОЭС, показанная на **рис. 1**. Входящие в её состав элементы, которые пригодятся для изготовления фонаря, показаны на **рис. 2**. В первую очередь, это, конечно, Li-Ion аккумулятор 7, который, судя по маркировке, имеет ёмкость 950 мА·ч. Во-вторых, датчик давления (затяжки) 3, который установлен в пластмассовой заглушке 2. У этого датчика светодиод синего свечения. Третий элемент — корпус 1, который у этой ОЭС оказался металлическим (скруглённый квадрат размерами в сечении 20×20 мм). И это неплохо, поскольку повышается прочность всей конструкции. Важным элементом также является пластмассовый мундштук 5, полезными будут также пластмассовая кассета 4 и амортизирующая прокладка 6. Кроме того, есть ещё и фильтр-прокладка, по структуре похожая на войлок. Разобрать эту ОЭС не составит труда, поскольку заглушка 2 и мундштук 5 закреплены в корпусе 1 с помощью трения и вставляются и вынимаются с небольшим усилием. Для вынимания можно использовать не слишком острый предмет.

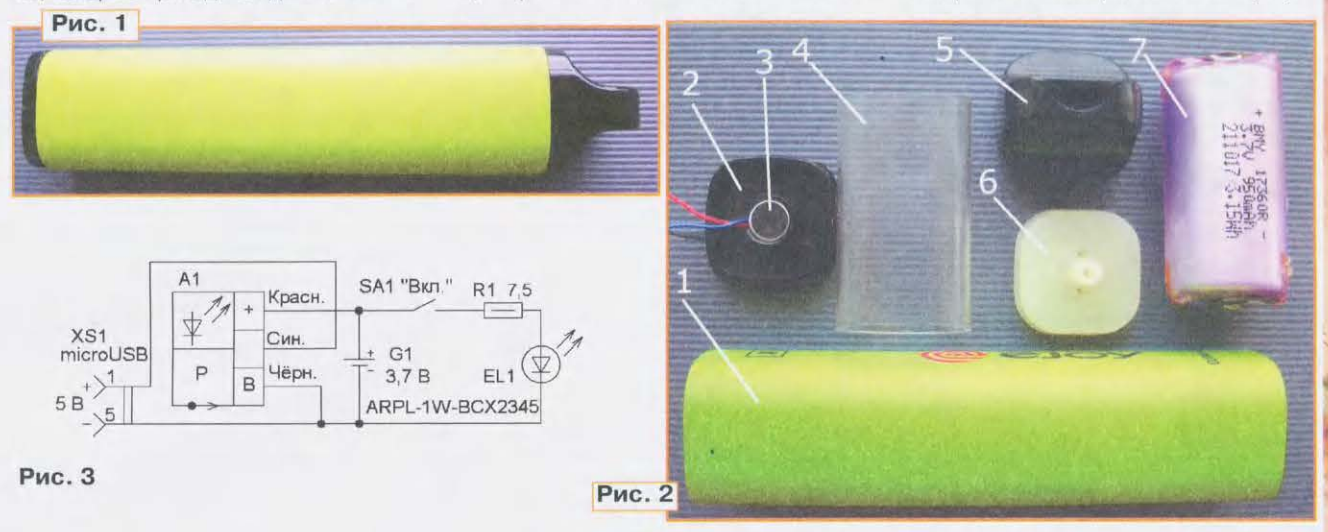


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Дополнительными элементами в самом простом варианте будут светодиод и выключатель. Схема этого варианта показана на **рис. 3**. Здесь датчик давления A1 выполняет функции драйвера и индикатора зарядки Li-Ion аккумулятора [1], резистор R1 необходим для ограничения тока через светодиод на безопасном уровне. В этом варианте применён светодиод ARPL-1W-BCX2345 [2] с мощностью рассеивания 1 Вт, поскольку ёмкость аккумулятора достаточна для получения повышенной яркости фонаря.

Но сначала рассмотрим конструкцию фонаря. В мундштуке был установлен разъём microUSB, к которому подключают зарядное устройство сотового телефона. Можно применить плату с ус-

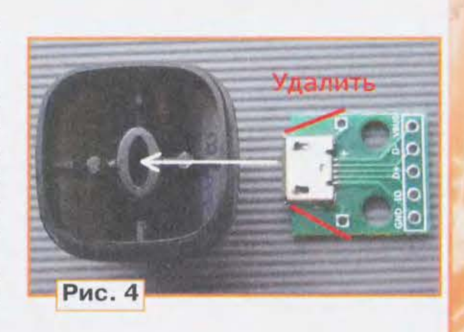


Рис. 4

тановленным на ней разъёмом (**рис. 4**). Для этого внутренние перегородки мундштука надо удалить, а овальное отверстие расточить так, чтобы в него смог войти разъём microUSB (**рис. 5**). При этом потребовалось удалить участки платы рядом с разъёмом. После этого плату следует закрепить в мундштуке с помощью клея. Хорошие результаты даёт применение молекулярного моментального



Рис. 5

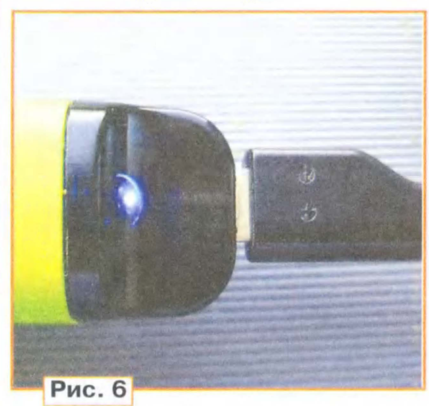


Рис. 6

клея с так называемым сварочным гранулятом. Поскольку мундштук тёмный, но прозрачный, на плате был установлен датчик давления (светодиодом наружу), его можно закрепить с помощью термоклея. При зарядке аккумулятора светодиод включается и светит постоянно (**рис. 6**). По окончании зарядки он выключается. При отключении зарядного устройства он кратковременно вспыхивает.

Применённый светодиод EL1 имеет широкую диаграмму излучения, и если необходимо получить узкий луч, следует применить специальную оптическую систему коллиматор-держатель (линзу) [3], с помощью которой угол излучения не превысит 10 градусов. Такие светодиоды иногда продаются вместе с линзой. Чтобы облегчить тепловой режим светодиода, к нему желательно припаять небольшой медный U-образный теплоотвод. Как это сделать, подробно рассказано в [4]. Результат показан на **рис. 7**. К выводам светодиода припаивают провода, которые желательно промаркировать с помощью цветной ПВХ-трубки. Светодиод в сборе приклеивают с помощью клея к заглушке, в которой предварительно делают соответствующее отверстие (**рис. 8**). Здесь также применён моментальный клей.



Рис. 7

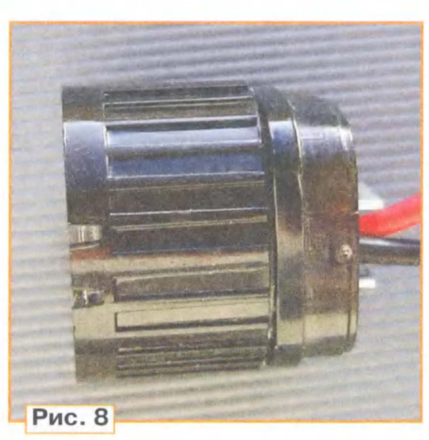


Рис. 8

фильтр-прокладка. С левой стороны устанавливают так называемый драйвер, о котором речь пойдёт далее, затем светодиод с линзой и заглушкой. Предварительно, конечно, надо сделать отверстие для выключателя, и затем — все соединения с помощью провода в надёжной изоляции, например МГТФ-0,12. Переключатель лучше применить движковый и достаточно "тугой", чтобы фонарь не включился при транспортировке. Размеры выключателя должны быть достаточными для того, чтобы его корпус удерживал амортизирующую прокладку, но было бы достаточно места для драйвера. Впрочем, конструкция может быть и другой. Можно применить другой разъём и другие элементы, главное, чтобы внутри не было КЗ и ничего не болталось.

Теперь о драйвере. В простейшем случае его функцию может выполнять токоограничивающий резистор, как это показано на рис. 3. Его сопротивление зависит от напряжения аккумулятора,

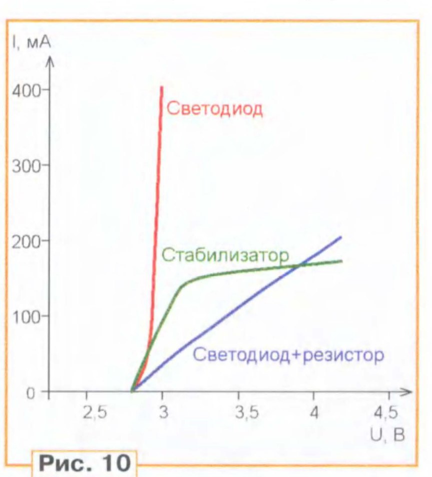


Рис. 10

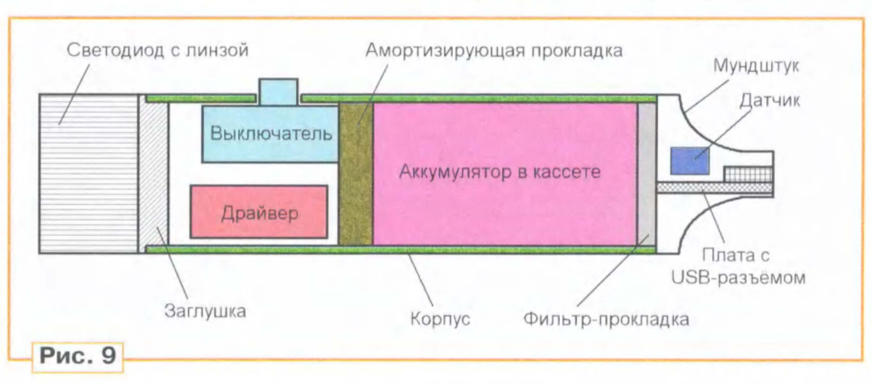


Рис. 9

В результате конструкция фонаря выглядит, как показано на **рис. 9**. Здесь использовано максимум элементов от ОЭС. Фонарь собирают в следующей последовательности. Сначала с правой стороны устанавливают амортизирующую прокладку, она должна упираться в корпус выключателя, затем вставляют аккумулятор, размещённый в кассете, и потом мундштук, в котором установлен

вольт-амперной характеристики светодиода и требуемого тока. Зная напряжение на светодиоде $U_{СВ}$ при требуемом токе $I_{СВ}$ и напряжение аккумулятора $U_{АК}$, можно найти сопротивление токоограничивающего резистора $R_{ТО} = (U_{АК} - U_{СВ})/I_{СВ}$. Для примера на **рис. 10** приведены зависимости тока через светодиод ARPL-1W-BCX2345 с токоограничивающим резистором и

без него. Видно, что токоограничивающим резистором в интервале напряжения аккумулятора 3...4,2 В ток через светодиод изменяется примерно в пять раз. Соответственно изменяется и яркость фонаря.

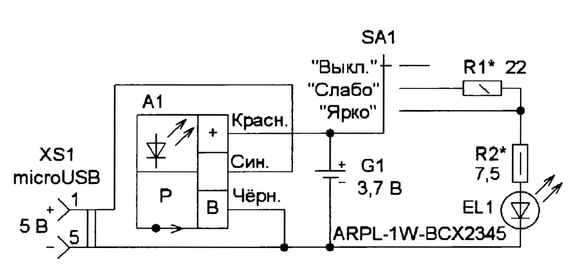


Рис. 11

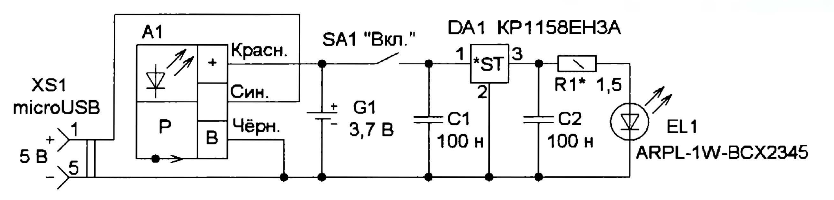


Рис. 12

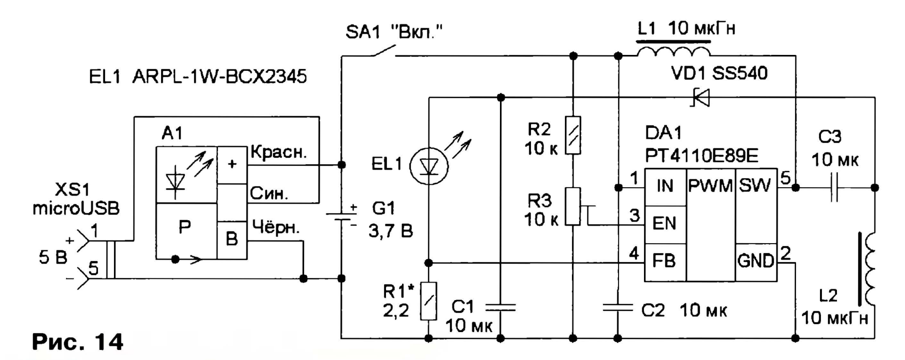


Рис. 14

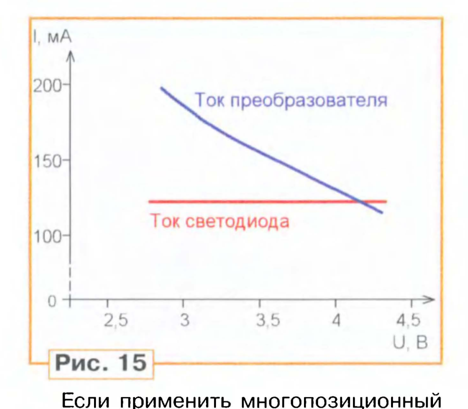


Рис. 15

Если применить многопозиционный переключатель, можно оперативно изменять яркость фонаря (**рис. 11**). Подборкой резисторов R1 и R2 можно установить требуемый ток через светодиод. У такого технического решения есть положительные стороны: во-первых, простота, а во-вторых, из-за нелинейной вольт-амперной характеристики светодиода аккумулятор не сможет разрядиться полностью. Недостатки также очевидны — низкий КПД из-за бесполезной потери энергии на резисторах, а также существенное уменьшение яркости при разрядке аккумулятора.

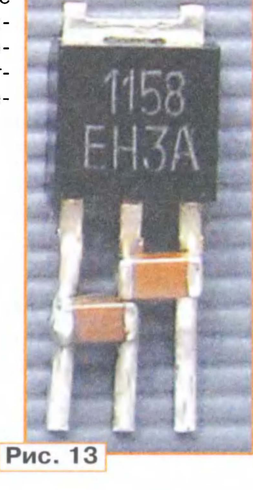


Рис. 13

Устранить один из недостатков, а именно второй, можно, если применить стабилизатор напряжения. Вариант схемы фонаря с таким драйвером показан на **рис. 12**. Конденсаторы C1 и C2 обеспечивают устойчивую работу микросхемы. В этом драйвере можно применить стабилизатор с выходным напряжением 3 В с малым падением напряжения (LDO) Зависимость тока через светодиод для этого варианта показана на рис. 10 (зелёная кривая). В этом варианте яркость свечения остаётся практически постоянной. Изготовление платы не обязательно, если конденсаторы припаять непосредственно к выводам микросхемы, например конденсаторы для поверхностного монтажа (**рис. 13**).

Если для питания светодиода применить драйвер на основе импульсного преобразователя—стабилизатора тока, можно обеспечить стабильную яркость его свечения во всём интервале напряжения аккумулятора. В этом случае подходящим будет преобразователь структуры Sepic, описание которого приведено в [5]. Его схема показана на **рис. 14**, он собран на микросхеме PT4110E89E и обеспечивает питание стабильным током, который можно установить подборкой резистора R1: $I_{св} = 0,3/R1$.

Поскольку этот стабилизатор работоспособен при снижении напряжения питания до 2,2...2,5 В, он может разрядить аккумулятор до слишком низкого напряжения, что может отрицательно сказаться на сроке его службы. Чтобы этого не допустить, в микросхеме задействован вход EN (вывод 3), с помощью которого можно включать и выключать преобразователь. Напряжение переключения — 1...1,2 В. При меньшем напряжении преобразователь выключается, при большем — включается. Установить напряжение аккумулятора, при котором преобразователь выключается, можно подстроечным резистором R3. На **рис. 15** приведены зависимости тока через светодиод и тока, потребляемого преобразователем.

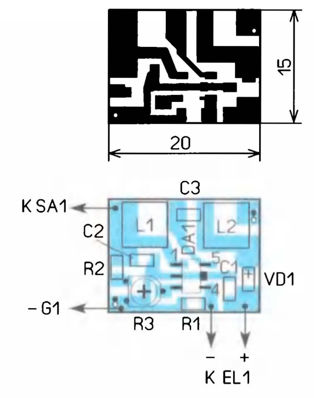


Рис. 16

Все элементы устройства размещены на двухсторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита

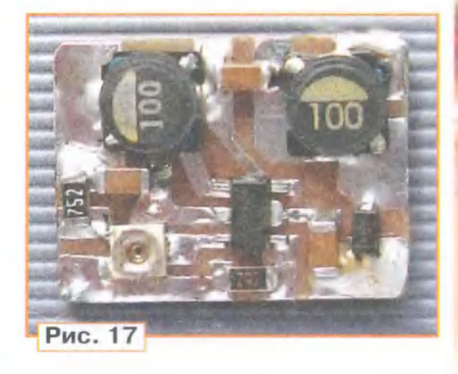


Рис. 17

толщиной 1 мм, её чертёж показан на **рис. 16**. Вторая сторона оставлена фольгированной и используется в качестве общего провода, через отверстия (2 шт.) в плате печатные проводники первой стороны соединены с металлизацией второй отрезками лужёного провода. Применены элементы для поверхностного монтажа, постоянные резисторы и конденсаторы — типоразмера 1206, подстроечный резистор — серии PVA3A (RVG3A). Диод может быть любым выпрямительным быстродействующим или Шоттки с допустимым прямым током не менее 0,5 А. Дроссели — силовые серии VLCF5028T или SLF10145T. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 17**. Её помещают в термоусаживаемую трубку и устанавливают в корпусе фонаря. Следует отметить, что в фонаре можно применить и другие светодиоды средней мощности, выбор которых в настоящее время большой.

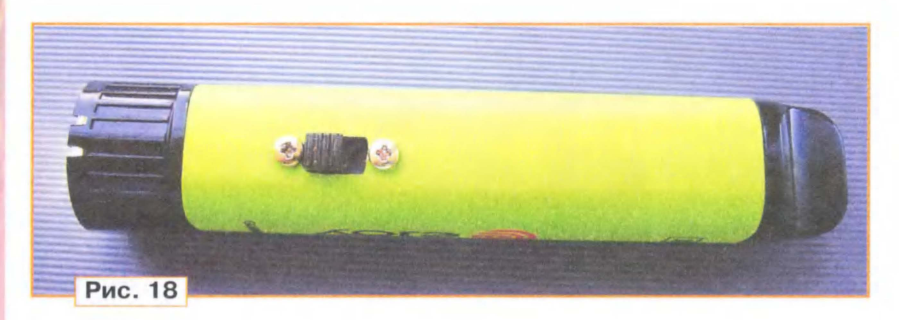


Рис. 18

Таким образом, в результате проведённой работы получился малогабаритный, достаточно мощный фонарь с узким лучом и возможностью зарядки его аккумулятора от зарядного устройства сотового телефона (смартфона). Внешний вид фонаря показан на **рис. 18**.



ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Об использовании электронной начинки одноразовых электронных сигарет при создании радиолюбительских устройств.— Радио, 2023, № 8, с. 30—34.

2. Мощный светодиод ARPL-1W-BCX2345. — URL: **https://arlight.ru/catalog/product/moshchnyy-svetodiod-arpl-1w-bcx2345-white-arlight-emitter-020954/** (21.06.23).

3. Оптическая система 10 A12. — URL: **https://moskva.chip-led27.ru/catalog/vtorichnaya_svetodiodnaya_optika/opticheskaya_sistema_10_a12/** (21.06.23).

4. **Нечаев И.** Карманный фонарь с узким лучом. — Радио, 2022, № 4, с. 27—29.

5. **Нечаев И.** Sepic в светодиодном фонаре. — Радио, 2020, № 10, с. 62—64.

***От редакции**. Чертёж печатной платы находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2023/09/fonar.zip** на нашем FTP-сервере.*

Секундомер и часы на основе шагового двигателя

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Макет демонстрационного секундомера содержит всего несколько элементов (**рис. 1**). Его основой



Рис. 1

является шаговый двигатель (**рис. 2**) от старого принтера Canon K10181. Двигатель содержит четыре обмотки (выводы 1, 2, 3 и 4 показаны красным цветом) с общей точкой (0 показана зелёным цветом) и является униполярным.

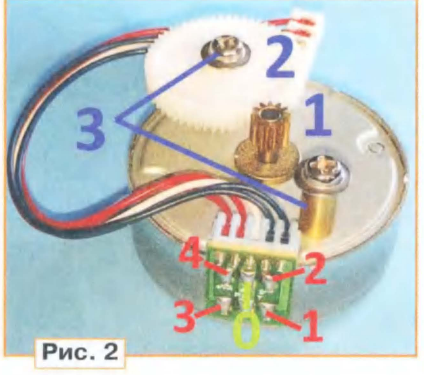


Рис. 2

Шаг поворота ротора — 7,5 градуса. При четырёхтактном управлении в цикле полный оборот шестерня 1 (12 зубьев) делает за 12 циклов. Сдвоенная шестерня 2 имеет 60 зубьев в зацеплении с первой и 20 — со второй. Таким образом, один оборот пластмассовой шестерни составляет 60 циклов, что делает весьма удобным и простым реализацию секундомера. Кроме этого, на корпусе двигателя размещены две стойки 3 с внутренней резьбой М3 для крепления. Одна из них является неподвижной осью вращения шестерни. Для определения очерёдности включения обмоток был использован аккумулятор напряжением 3,7 В. Один контакт соединяют с общей точкой, второй кратковременно соединяют с выводами 1—4. При правильно подобранной комбинации вал двигателя при каждом замыкании совершает поворот в одну сторону (по часовой стрелке).

Конструкция содержит всего две детали, напечатанные на 3D-принтере (**рис. 3**), — стяжной хомут 1 и стрелка-указатель 2. Первый фиксирует мотор с помощью винта и гайки 4 (М4). Стрелка туго надевается на вторую часть шестерни 2 (см. рис. 2). Предварительно эту шестерню переворачивают второй частью вверх. Фиксация к стой-

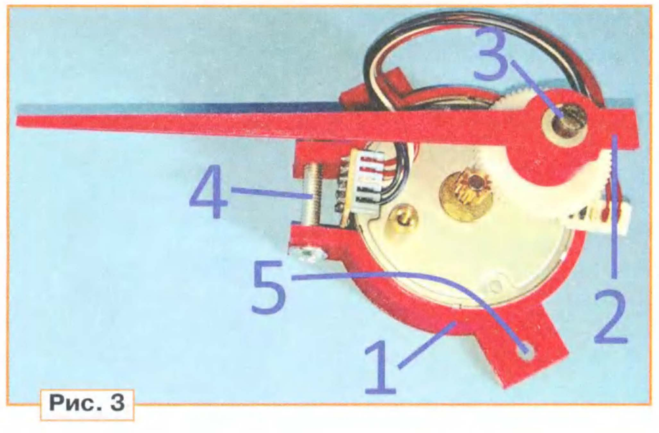
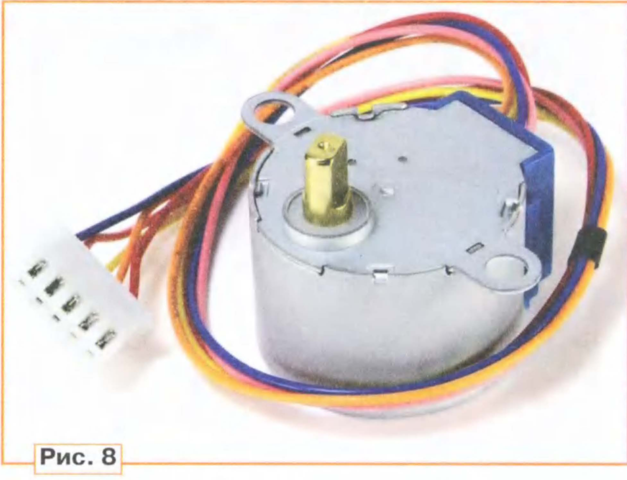


Рис. 3


Рис. 8

ке делается с помощью винта 3 (М3). Его длину подбирают такой, чтобы при полном завинчивании в стойку оставался небольшой зазор для продольного осевого люфта шестерни и стрелки.

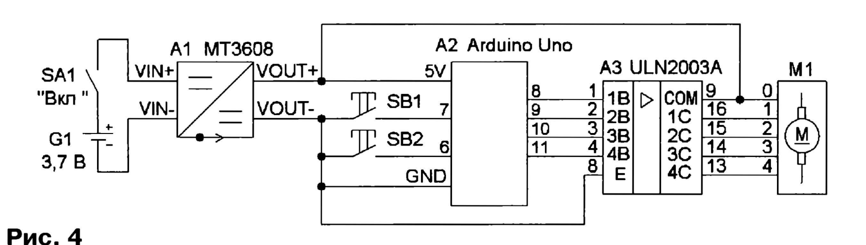


Рис. 4

Схема секундомера показана на **рис. 4**. Модуль А1 — повышающий DC-DC преобразователь на основе чипа МТ3608. Выходное напряжение модуля 5 В установлено подстроечным резистором на его плате. На плате модуля А3 установлена микросхема ULN2003a, являющаяся транзисторной сборкой Дарлингтона с выходными ключами повышенной мощности, имеющая на выходах диоды, которые предназначены для защиты транзисторов от ЭДС самоиндукции при коммутации индуктивной нагрузки. Этот модуль служит для коммутации обмоток двигателя М1. Каждый канал в этом модуле рассчитан на ток нагрузки 500 мА. Входы и выходы расположены в корпусе микросхемы друг напротив друга, что значительно облегчает процесс макетирования секундомера. Активное сопротивление каждой обмотки двигателя должно быть не менее 10 Ом. У автора эти значения составили в двух экземплярах 57 Ом и 46,5 Ом. Кнопки SB1, SB2 позволяют управлять работой прибора, первая запускает и останавливает отсчёт секунд, вторая сбрасывает показания в ноль (60).

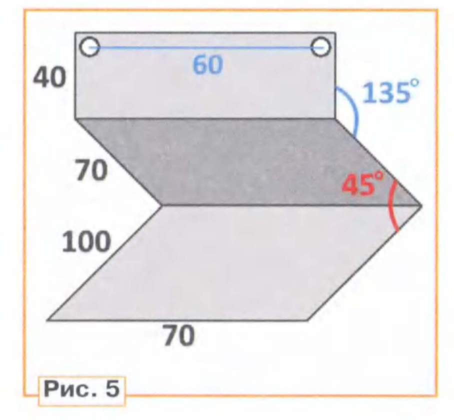


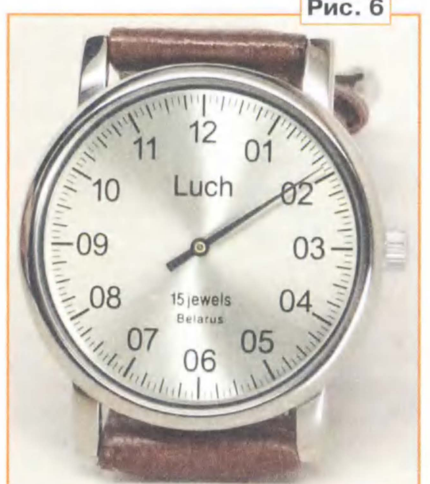
Рис. 5

На **рис. 5** изображена опорная стойка конструкции. Она изготовлена из листового алюминия толщиной около 2 мм и имеет два сгиба. Линейные и угловые размеры даны в миллиметрах и градусах соответственно. Расстояние между центрами крепёжных отверстий подобрано под размер хомута двигателя и должно совпадать с расстоянием между отверстиями крепёжных ушек 5 (см. рис. 3).

Шкала секундомера изготовлена из картона с наклеенной с лицевой стороны напечатанной шкалой. В центре канцелярским ножом прорезают круглое окно под стрелку. Готовую шкалу привинчивают через шайбу к второй стойке двигателя винтом М3.

При правильном монтаже налаживание устройства сводится к подбору длительности паузы между циклами шагов **delay_(1000-4*dl);** в интервале 950—1050 мс для синхронизации с образцовым секундомером.

Рис. 6



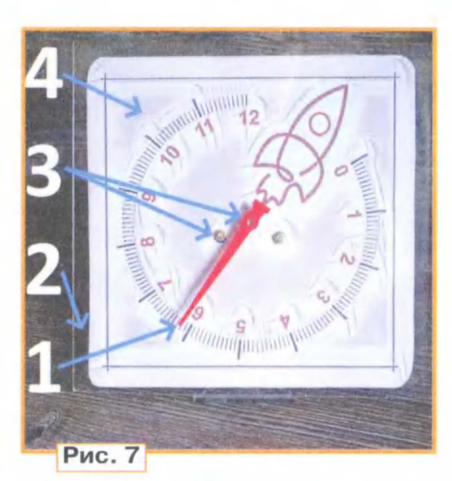


Рис. 7

Другим вариантом использования шаговых двигателей может послужить конструкция настольных часов с одной стрелкой. Наручный вариант, который показан на **рис. 6**, сравнительно давно пользуется спросом у эстетов и любителей оригинальности, для которых жизнь всегда была неспешной и нетороплийвой. Вместо привычной единицы отсчёта времени в 1 мин в однострелочниках используется интервал в 5 мин. На **рис. 7** изображён рабочий макет таких часов. Его особенностью является неполная круговая шкала. Макет реализован на основе шагового двигателя 28byj-48 (**рис. 8**), доступного в интернет-магазинах. Этот двигатель имеет понижающий редуктор, и

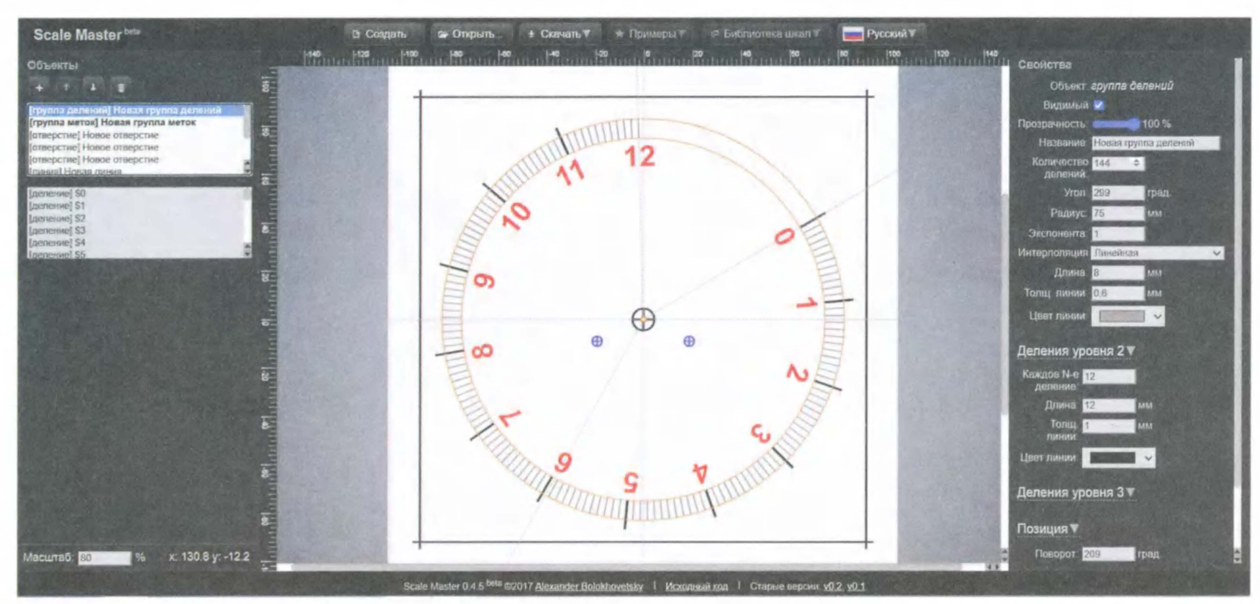


Рис. 9

общее число шагов выходного вала за полный оборот составляет 2048. Такое число никак не соотносится с "часовыми" числами 6, 12, 24, 60, 144. Именно это обстоятельство натолкнуло автора на необходимость использования прерывистого циферблата часов. Кроме того, изучая зарубежные форумы [1], можно сделать вывод о наличии в продаже вариаций шаговых двигателей с разными коэффициентами понижения в редукторах, что приводит к необходимости предварительной экспериментальной проверки конкретного экземпляра при его использовании в часах.

Схема для экспериментов с часами повторяет схему, показанную на рис. 4 с небольшими уточнениями. Убрана кнопка SB2, а кнопка SB1 служит для первоначальной установки стрелки часов в положение значения текущего времени при включении питания. Выводы фаз моторов имеют следующее (см. рис. 8) соответствие: 1 — синий провод, 2 — розовый провод, 3 — жёлтый провод, 4 — оранжевый провод, 0 — красный провод.

Изготовление макета начинают с распечатки на 3D-принтере стрелки прибора 1 (см. рис. 7). Затем из прозрачного оргстекла толщиной 2...3 мм вырезают квадрат 2 со стороной 210 мм. В центре высверливают отверстия для крепления двигателя с помощью винтов и выхода его вала 3. Под стекло наклеивают с помощью отрезков скотча распечатанную шкалу 4 (на первом этапе подкладывают чистый лист бумаги), предварительно прорезав канцелярским ножом отверстия 3.

Далее с помощью скетча **test_stepper_0** опытным путём определяют число шагов на круг. Для этого на лист ставят метку напротив исходного положения стрелки и запускают в работу скетч. Если, делая круги, стрелка всегда останавливается над меткой, значит, число шагов 2048. Иначе подбираем, меняя условие i<2048, реальное число для имеющегося экземпляра шагового двигателя. Следующий шаг — изготовление шкалы, которое состоит из двух этапов. На первом этапе создаётся рабочий вариант с подгонкой точного положения штрихов, на втором — рабочий вариант подвергается художественной обработке изображения с целью придания эстетического вида макету. Первый этап реализован с помощью онлайн-редактора (Scale Master) круговых шкал под авторством Александра Болоховецкого [2].

Эта онлайн-программа предназначена для создания шкал аналоговых приборов. Это браузерное JavaScript приложение, простой векторный редактор, позволяющий изготавливать шкалы для аналоговых измерительных приборов. Изображения шкал создаются в формате SVG, с которым работают многие графические редакторы.

Для работы без подключения к Интернету нужно скачать архив с исходным кодом, распаковать его и открыть в браузере файл index.html.

Используя редактор (**рис. 9**), можно разработать новую шкалу с чистого листа, добавляя новые элементы с помощью кнопки "Создать объект" на левой панели. Интерфейс программы напоминает векторные графические редакторы. Слева находится список объектов с кнопками для управления

Рис. 10

ими. Порядок объектов в списке влияет на их перекрытие при наложении друг на друга. При выборе объекта вокруг него появляется рамка, а справа отображается список свойств. Если рабочая область в фокусе, стрелки клавиатуры двигают объект. Изменение масштаба производят прокруткой колёсика на мышке при нажатой клавише Ctrl.

Готовую шкалу можно скачать в удобном формате, SVG подходит, если изображение потом нужно загрузить в векторный графический редактор для доработки. Только этот формат является "родным" для программы, и такой файл можно будет в неё снова загрузить для редактирования. Формат PNG подходит для печати или обработки растровыми редакторами. Чтобы распечатать шкалу в соответствии с выбранным размером, нужно, чтобы совпадало разрешение экспорта с разрешением при печати. Это может быть, например, 300 dpi. Если изображение занимает весь лист, возможно, понадобится убрать поля для правильного масштаба.

При разработке шкалы часов главным является угловой размер шкалы $a_ш$ (**рис. 10**) и соответствующий угол поворота шкалы до 12 ч — угол $a_п$. Рассуждения для расчёта имеют примерно такой вид. Шкала должна содержать 144 деления (12 ч по 12 пятиминуток), делим 2048 на 144. Получаем больше 14. Берём целое меньшее — 12. Следовательно, 12 шагов двигателя определяют шаг в 5 мин. Тогда вся шкала должна иметь 1728 шагов. Составляем пропорцию $a_ш/1728 = 360/2048$. Вычисления дают угол около 304 градусов. Угол $a_п$ = 152 градуса — 180 – (360 – – 304)/2. С этими данными можно приступать к разработке шкалы, экспорту файла и распечатке его. Далее, используя скетч **test_stepper_1** (стрелка ритмично отмеряет 144 промежутка и затем быстрый переход с 12 на 0 ч), производят корректировку данных параметров и вновь отпечатывают, переставляют и отрабатывают шкалу. Неточность проявляется в том, что стрелка при шагах на промежутках постепенно сбивается с меток шкалы в одну или другую сторону. Автор после двух попыток остановился на значениях 299 и 151 (со знаком "–151" в редакторе) градусов соответственно. Для облегчения процесса рисования шкалы желательно ознакомиться с обучающим видео автора [3].

Далее редактируют внешний вид шкалы, накладывая тематические контурные изображения на шкалу и пропуская его через фильтры художественной обработки. Для этого автор использовал графический редактор **paint.net** и онлайн-редактор художественных фото Fotor [4].

Окончательно отлаженный и выбранный вариант шкалы крепят к основанию, программируют плату с МК (скетч **test_stepper_2**) и тестируют непосредственно точность хода часов путём опытного подбора значений числа 300000 в строке **delay(300000-12*dl);** по результатам их ухода вперёд или отставания по сравнению с эталонными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Geared Stepper Motor. — URL: **https://forum.arduino.cc/t/geared-stepper-motor/71308** (08.07.23).

2. Scale Master. — URL: **https://soulmare.github.io/scale_master/#** (08.07.23).

3. Создание шкалы стрелочного прибора в программе ScaleMaster. — URL: **https://www.youtube.com/watch?v=t3DxFnJAwKQ** (08.07.23).

4. Редактор художественных фото онлайн. — URL: **https://photoretrica.com/ru/art** (08.07.23).

От редакции. *На нашем FTP-сервере по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2023/09/sec.zip*** *находятся материалы проекта и видеоролики, иллюстрирующие работу устройств.*

Викторина "Arduino: аппаратная часть-5"

Р. СЕРГЕЕНКО, г. Гомель, Беларусь

Arduino и искусственный интеллект. Ещё недавно эти понятия находились на разных полюсах технического прогресса. Ситуация изменилась с появлением в 2021 г. линейки модулей Arduino Nicla. Это пока самые миниатюрные платы Arduino с единым формфактором 22,86×22,86 мм.

Интеллектуальные способности модулям придают нейронный процессор Syntiant NDP120 и самообучающиеся датчики фирм Bosch и STM — BHI260, BME688, LSM6DSOX. В сумме с другими сенсорами они наделяют изделия прототипами органов чувств — зрение (видеокамера, дальномер), слух (микрофон, барометр), обоняние (газоанализатор), осязание (термометр, гигрометр), вестибулярный аппарат (датчики пространственной ориентации и геомагнитного поля).

Состав семейства:

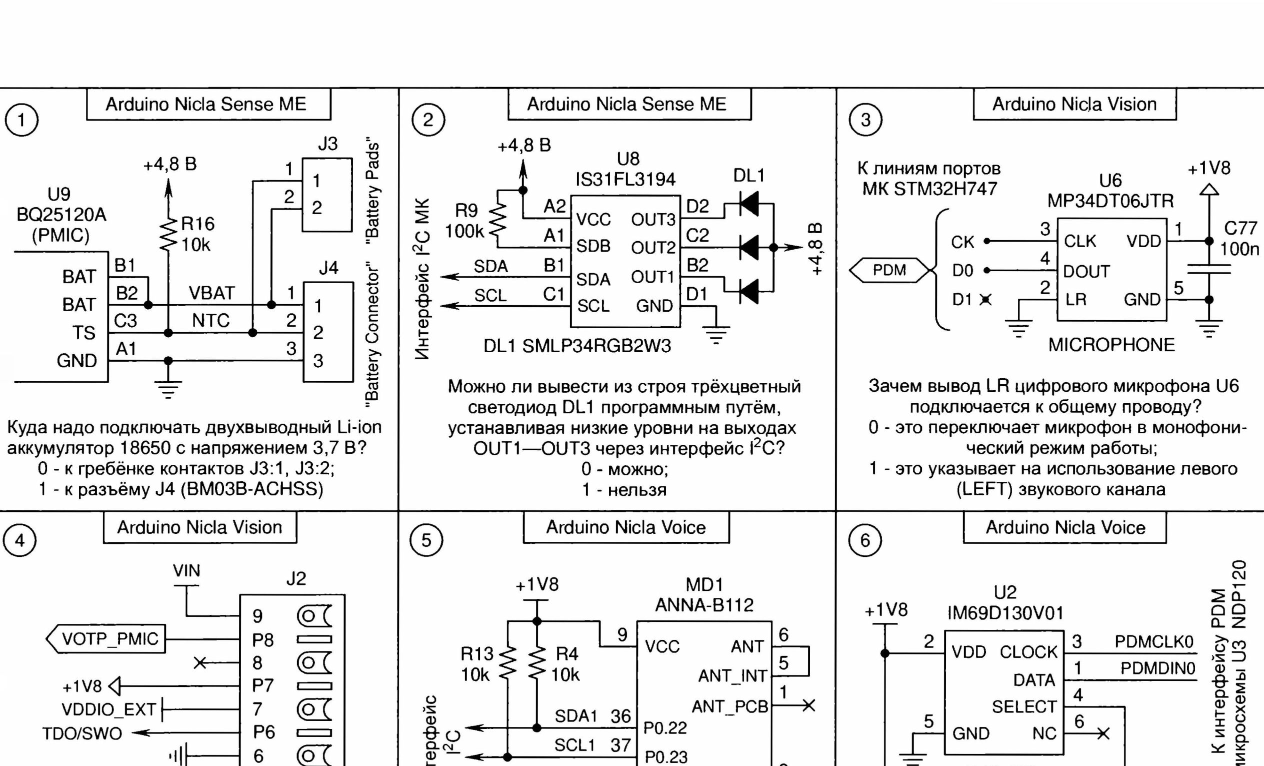
— Arduino Nicla Sense ME — устройство мониторинга окружающей среды с передачей данных по каналу Bluetooth и "умной" ориентацией в пространстве. Производится оценка качества воздуха по индексу IAQ, определение концентрации CO_2, измерение температуры, влажности, атмосферного давления, индукции магнитного поля;

— Arduino Nicla Vision — устройство машинного зрения с видеокамерой и системой распознавания объектов. Связь с внешним миром происходит через интерфейсы Wi-Fi и Bluetooth. Дополнительно имеются шестиосевой акселерометр с гироскопом, цифровой микрофон, а также инфракрасный лазерный дальномер, способный обнаруживать объекты в мультизоновом режиме;

— Arduino Nicla Voice — устройство распознавания речи и голосового управления на базе технологии TinyML с использованием нейронного процессора. В модуле также имеются интеллектуальный датчик движения, магнитометр, цифровой микрофон и чип Bluetooth для передачи информации.

Все модули семейства Arduino Nicla содержат 32-разрядные МК, допускают аккумуляторное питание, могут соединяться с компьютером через разъём microUSB и снабжаются бесплатными библиотеками функций в программной среде Arduino IDE.

В **таблице** показаны фрагменты схем модулей Arduino Nicla. На каждый вопрос викторины следует выбрать ответ 0 или 1, после чего записать их в ряд слева направо в виде двоичного числа. Если после перевода в десятичный вид получится 2780, значит, все ответы правильные.



1. Куда надо подключать двухвыводный Li-ion аккумулятор 18650 с напряжением 3,7 В?
0 - к гребёнке контактов J3:1, J3:2;
1 - к разъёму J4 (BM03B-ACHSS)

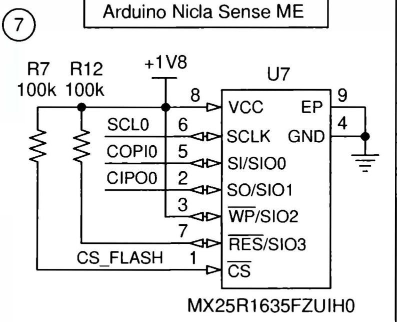
2. Можно ли вывести из строя трёхцветный светодиод DL1 программным путём, устанавливая низкие уровни на выходах OUT1—OUT3 через интерфейс I^{2}C?
0 - можно;
1 - нельзя

3. Зачем вывод LR цифрового микрофона U6 подключается к общему проводу?
0 - это переключает микрофон в монофонический режим работы;
1 - это указывает на использование левого (LEFT) звукового канала

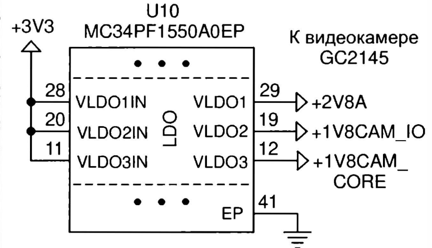
4. Какие названия подходят для контактов печатного разъёма J2?
0 - 5—9 (Plated Half Holes), P5—P8 (Fins);
1 - 5—9 (Plated Pins), P5—P8 (PCB Vias)

5. Какие допущены отклонения от рекомендаций разработчиков Bluetooth-чипа MD1?
0 - не указано волновое сопротивление линии связи 75 Ом между выводами MD1:5, MD1:6;
1 - некорректно выбраны порты P0.22, P0.23

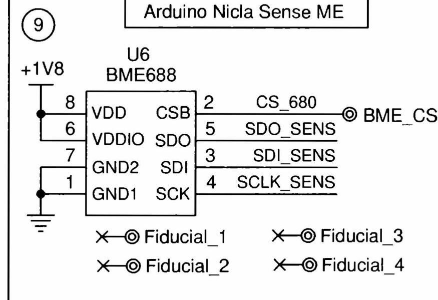
6. Почему используется высокоточный однопроцентный резистор R42?
0 - стабилизация тока внутреннего ИОН цифрового микрофона U2;
1 - унификация радиоэлементов



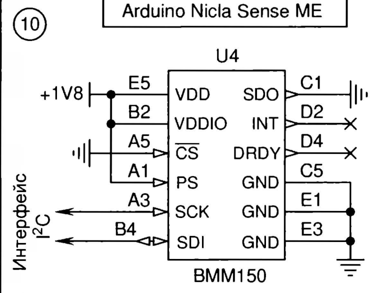
7. С какой скоростью можно считывать данные в микросхеме Flash-памяти U7?
0 - 80 Мбит/с (16777216 x 1 бит);
1 - 320 Мбит/с (4194304 x 4 бита)



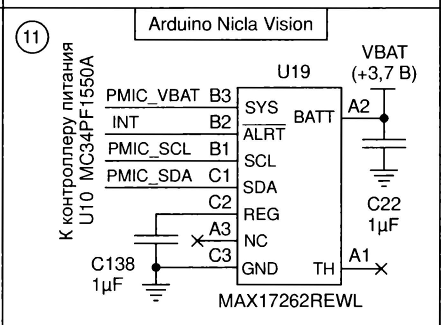
8. В каком порядке должны появляться напряжения на выходах VLDOx контроллера питания U10, поступающие на видеокамеру GC2145?
0 - должны появляться одновременно;
1 - VLDO3, VLDO2, VLDO1



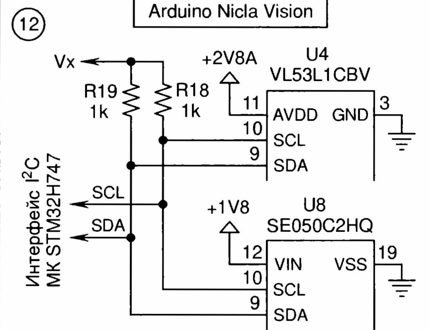
9. Чем отличаются контактные площадки "BME_CS" и "Fiducial_1"—"Fiducial_4"?
0 - наличием (отсутствием) отверстий, разной геометрической формой;
1 - функциональным назначением, разными габаритными размерами



10. Можно ли вывести из строя магнитометр U4, заменив программным путём интерфейс I^{2}C на SPI, учитывая что вывод SDO (SPI Data Out) соединяется с общим проводом?
0 - можно;
1 - нельзя



11. Как подключаются конденсаторы фильтра C22, C138 к внутреннему стабилизатору напряжения 1,8 В микросхемы U19?
0 - C22 к входу, C138 к выходу;
1 - C22 к выходу, C138 к входу



12. Каким должно быть напряжение в цепи Vx?
0 - +1,8 В (как питание микросхемы U8);
1 - +2,8 В (как питание микросхемы U4)



Получатель АНО "Редакция журнала "Радио"
ИНН 7708187140, р/с 40703810538090108833 в
в ПАО Сбербанк г. Москва, к/с 30101810400000000225,
БИК 044525225, КПП 770801001

Цена одного номера журнала 2024 г. (с 1-го по 6-й номер) при покупке в редакции — 490 руб.

Стоимость полугодовой подписки с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для индивидуальных подписчиков России — 3600 руб., для индивидуальных подписчиков из стран зарубежья — 4800 руб.

Стоимость для юридических лиц России — 3840 руб., для юридических лиц из стран зарубежья — 5280 руб.

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			В Россию	В остальные страны
2021	11—12	395 руб.	490 руб.	800 руб.
2022	1—12	430 руб.	530 руб.	840 руб.
2023	2—12	470 руб.	570 руб.	880 руб.
2024	1—6	490 руб.	600 руб.	800 руб.

На бланке напишите, за какие журналы Вы переводите деньги и укажите свой точный адрес (с почтовым индексом). После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим Вам журналы. При переводе денег почтовым переводом может понадобиться почтовый индекс банка 101000. Наложенным платежом редакция журналы и наборы не высылает!

Подписные индексы журнала по каталогам: Официальный каталог Почты России П4014; КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ 89032



Dr.WEB®
Сделано в России

ЗАЩИТИ СОЗДАННОЕ

Dr.Web Security Space
защитит ваш цифровой МИР

Поддерживаемые ОС











Защита от хищений средств

От банковских троянцев, клавиатурных шпионов, хакерских атак во время сессии онлайн-банкинга



Защита от мошенников

От фишинговых и мошеннических сайтов, сайтов с вредоносным ПО



Защита от уязвимостей программ

От эксплойтов, используемых киберпреступниками для проникновений через ошибки в популярных приложениях



Защита данных и информации

От удаления, порчи, шифрования и похищения



Защита от захвата устройства и слежки

Блокировка камеры, микрофона, съемных устройств



Защита детей

Родительский контроль

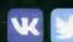
- ✓ **Dr.Web — в едином реестре отечественного ПО**
- ✓ **Круглосуточная техническая поддержка**
- ✓ **Бонус для покупателей — защита для Android**

Техподдержка компании «Доктор Веб»:

https://support.drweb.ru

Сайты компании «Доктор Веб» в социальных сетях:

https://www.drweb.ru/user/social






Сайты компании «Доктор Веб»:

https://антивирус.рф

https://drweb.ru





125040, Россия, Москва, 3-я улица Ямского поля, вл. 2, корп. 12а
Тел.: +7 495 789-45-87 (многоканальный),
факс: +7 495 789-45-97